

Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Joaquim Pedro Marques da Silva Godinho

Desenvolvimento de um bastidor para telecomunicações

Tese de Mestrado

Ciclo de Estudos Conducente ao Grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor Manuel Eduardo Cardoso Ferreira

Co orientadores na empresa Eurico Ferreira

Engº José Couto

Engº Pedro Ferreira

DECLARAÇÃO

Nome: Joaquim Pedro Marques da Silva Godinho

Endereço eletrónico: jpmsgodinho@gmail.com Telefone: 00351 918940218

Número do cartão do cidadão: 13469323

Título dissertação: **Desenvolvimento de um bastidor para telecomunicações**

Orientador(es): Professor Doutor Manuel Eduardo Cardoso Ferreira, Eng.º Pedro Ferreira, Eng.º José Couto

Ano de conclusão: 2012

Designação do Mestrado ou do Ramo de Conhecimento do Doutoramento:

Ciclo de Estudos Conducente ao Grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Declaro que concedo à Universidade do Minho e aos seus agentes uma licença não-exclusiva para arquivar e tornar acessível, nomeadamente através do seu repositório institucional, nas condições abaixo indicadas, a minha dissertação, no todo ou em parte, em suporte digital.

Declaro que autorizo a Universidade do Minho a arquivar mais de uma cópia da dissertação e a, sem alterar o seu conteúdo, converter a dissertação entregue, para qualquer formato de ficheiro, meio ou suporte, para efeitos de preservação e acesso.

Retenho todos os direitos de autor relativos à dissertação, e o direito de a usar em trabalhos futuros (como artigos ou livros).

Concordo que a minha tese ou dissertação seja colocada no repositório da Universidade do Minho com o seguinte estatuto:

- Disponibilização imediata do conjunto do trabalho para acesso mundial

Universidade do Minho, 19 /12 /2012

Assinatura: _____

RESUMO

Com o aumento do número de tecnologias de comunicação a nível mundial, a necessidade de locais para albergar esses sistemas aumentou exponencialmente. Como efeito desse aumento, foi necessário a criação de armários capazes de albergar equipamento para que seja possível implementá-lo em variadas situações, desde o topo de um edifício, passando pelo vão de umas escadas ou mesmo o topo de uma montanha.

A colocação destes equipamentos está sempre dependente do número de tecnologias de comunicação a serem implementadas, mas também depende do espaço que está disponível para a sua aplicação. Assim, foram desenvolvidos equipamentos, um com pouca capacidade e outro equipamento capaz de albergar um elevado número de tecnologias, dependendo da sua aplicabilidade. Deste modo, criaram-se expansões do equipamento base e, em paralelo, foi criado um pequeno armário para situações de pequeno espaço.

Como consequência desta aplicabilidade, sobretudo no armário de reduzidas dimensões, surgem problemas resultantes do excesso de equipamento a acondicionar no seu interior, como o sobreaquecimento no armário, que implicará a implementação de um sistema de ventilação eficiente, ou mesmo um sistema de ar condicionado capaz de dissipar a carga térmica presente.

Relacionado com o sistema de ventilação, surge, implicitamente o ruído, pois quanto maior for a temperatura interna, maior será a velocidade de ventilação que, por sua vez, acarreta maior ruído. Assim, será estudada a influência da disposição dos equipamentos internos, bem como os isolantes aplicados, de modo a perceber as suas prestações.

Com toda a compactação do equipamento, é necessário ter em conta as entradas e saídas de ar para que haja uma circulação fluída de ar, de modo a não provocar perturbações nesse fluxo, que poderão originar ruído.

Tendo em vista a prestação deste armário, foram realizados testes para a distribuição de temperaturas, ensaios sonoros e também medições da velocidade de entrada e de saída do ar. Assim, foi possível determinar os pontos que devem ser repensados para que o armário obtenha as prestações idealmente pensada.

ABSTRACT

With the increase of the communication technologies number at a worldly level, the need of spaces to host these systems also increased considerably. As a result of that increase, it was necessary to create cabinets able to host equipment so that it is possible to implement it in several situations, from the rooftop of a building or the space under a staircase to the top of a mountain.

This installation of these equipment will be always dependent on the number of communication technologies to be implemented, but also depends on the space available to its application. Thus, some equipment was developed, one with fewer capacity and other able to host a large number of technologies, depending on its applicability. Considering that, expansions of the base equipment were created and, at the same time, it was created a small cabinet to use in small spaces situations.

As a consequence of this applicability, especially in a cabinet with smaller dimensions, some problems resulting from the excessive equipment to host inside begin to appear, as the overheating of the cabinet, which will create the need to implement a system with efficient ventilation, or even an air conditioning system able to dissipate the thermal load existent.

Related to the ventilation system, appears, implicitly, the noise, since the greater the inside temperature, the larger the speed of ventilation which, in turn, produces more noise. Thus, the influence of the disposition of interior equipment will be studied, as well as the isolation applied, in order to understand their performances.

With all the compaction of the equipment, it is necessary to bear in mind the air inlets and outlets so that a fluid air circulation is possible, in order to avoid disturbs in that flow, able to produce noise.

Bearing in mind the performance of this cabinet, tests were made regarding the distribution of temperatures, sound tests and also measurement of the air inlet and outlet. With all these tests, it was possible to determine the points that need to be evaluated so that the cabinet may achieve the performance ideally planned.

AGRADECIMENTOS

Quero exprimir uma palavra de apreço a todos os que, direta e indiretamente contribuíram para a concretização deste projeto de final de mestrado:

- Ao meu orientador da Universidade do Minho, Professor Doutor Manuel Eduardo Cardoso Ferreira;
- À empresa Eurico Ferreira, S.A pela disponibilidade em acolher o meu projeto;
- Aos meus orientadores na empresa Engenheiro Pedro Ferreira e Engenheiro José Couto por todo o empenho, disponibilidade, motivação e confiança depositada em mim;
- À Carla Alves, à Simone Oliveira por toda a companhia, pela ajuda e disponibilidade pelo meu período de estágio durante os 10 meses;
- Aos professores António Vasco Amaral Nunes e Luís Barreiros Martins;
- Aos técnicos José António Silva e Manuel Azevedo pelo apoio prestado na montagem de todas as estruturas;
- Aos meus amigos pelo encorajamento e disponibilidade manifestada;
- A todos aqueles que não mencionei, mas que intervieram direta ou indiretamente na elaboração deste projeto;
- Por último quero agradecer e dedicar a tese à minha família, pelo apoio prestado em todos os momentos.

ÍNDICE

RESUMO.....	iii
ABSTRACT	iv
AGRADECIMENTOS.....	5
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABELAS	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Motivação.....	4
1.2 Objetivos da tese	5
1.3 Organização da tese	6
2 ESTADO DA ARTE.....	7
3 ARMÁRIO DE TELECOMUNICAÇÕES.....	19
3.1 Análise do Equipamento Inicial.....	19
3.1.1 - Equipamentos constituintes do armário à saída de fábrica	21
3.1.2 - Aspetos a aperfeiçoar.....	24
3.2 Fixação dos filtros do sistema de ventilação.....	25
3.3 Expansão vertical.....	27
3.4 Suporte tipo mural.....	27

3.4.1	Desenho 3d.....	27
3.4.2	Análise Estrutural.....	28
3.4.3	Concretização do equipamento:	28
3.5	Expansão horizontal.....	34
3.5.1	Equipamento já instalado.....	34
3.6	Sistema de ventilação	35
3.6.1	Configuração inicial	36
3.6.2	Solução final.....	37
3.7	Sistema de refrigeração	38
3.7.1	Introdução	38
3.7.2	Tipos de refrigeração	38
3.7.3	Dados de entrada	46
3.7.4	Soluções existentes no mercado	47
3.7.5	Fluido Frigorígeno	50
	Fluido R134a:.....	50
3.7.6	Equipamento de frio - componentes	51
	Compressor:.....	52
	Evaporador:	54
	Condensador	54
3.7.7	Solução escolhida.....	55
3.8	Análise Térmica	55

3.8.1	Isolamento escolhido	55
3.8.2	Cálculos térmicos (cargas térmicas associadas à envolvente)	55
3.9	Análise Acústica.....	58
3.9.1	Introdução	58
3.9.2	Medição do ruído:.....	62
3.9.3	Constantes de tempo:.....	63
3.9.4	Isolamento existente	64
3.10	Configurações do Armário.....	65
3.11	Instalação experimental	65
	Equipamento utilizado	65
3.11.2	Bancada de testes	70
4.	RESULTADOS EXPERIMENTAIS	72
4.1	Ensaio sonoro.....	72
4.2	Medições da velocidade do ar	73
4.3	Medição de temperaturas	74
5	ANÁLISE DE RESULTADOS E TRABALHOS FUTUROS.....	78
5.1	Análise de resultados	78
5.2	Trabalhos Futuros.....	79
	Bibliografia.....	83
	Anexos.....	85
Anexo I.	– Índice de proteção	87

Anexo II.	Ventilador: R1G190-AC11-52.....	91
Anexo III.	Bateria: FG 21201	97
Anexo IV.	Flyer de Apresentação do armário data:3-04-2012.....	101
Anexo V.	Caraterísticas Siemens SM-1231 RTD	105
Anexo VI.	Caraterísticas Simatic HMI KTP600 Basic Mono	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Motorola DynaTac phone	1
Figura 2 – Cobertura de células de dimensão variável [www.redes.xl.pt]	2
Figura 3 – Armário IKEA.....	10
Figura 4 – Armário Tong young	11
Figura 5 – Armário Seitec.....	12
Figura 6 – Armário UPD	13
Figura 7–Armário Rittal	14
Figura 8 – Armário Eurico Ferreira.....	16
Figura 9 – Modelo da bateria utilizado	21
Figura 10 – Quadro DC tamanho grande	23
Figura 11 – Protótipo de quadro DC	23
Figura 12 – Quadro AC tamanho grande	24
Figura 13 – Protótipo quadro AC	24
Figura 14 – Filtro colocado na entrada de ar do armário	25
Figura 15 – Protótipo fixador de filtros	26
Figura 16 – Protótipo real do fixador de filtros.....	26
Figura 17 – Expansão vertical.....	27
Figura 18 – Modelo virtual do módulo suporte mural	28
Figura 19 – Protótipo nº1.....	28
Figura 20 – Modelo Virtual	29

Figura 21 – Modelo virtual da estrutura de fixação à parede.....	30
Figura 22 - Protótipo nº2 vista frontal.....	30
Figura 23 - Protótipo nº2 vista lateral.....	31
Figura 24 - Protótipo nº2 vista da retaguarda	31
Figura 25 – Modelo Virtual da estrutura de fixação à parede	32
Figura 26 – Modelo Virtual do suporte tipo mural.....	32
Figura 27 – Protótipo físico.....	33
Figura 28 – Equipamento com suporte tipo mural já em montagem.....	34
Figura 29 – Protótipo já montado	35
Figura 30 – Ventilador utilizado da marca EBMPAPST.....	36
Figura 31 – Configuração da disposição dos ventiladores, vista de cima.....	36
Figura 32 – Imagem dos ventiladores.....	37
Figura 33 – Esquema de um termopar	40
Figura 34 – Efeito Seebeck.....	41
Figura 35 – Efeito Peltier	42
Figura 36 – Esquema relativo ao Efeito Peltier	43
Figura 37 - Módulo de Peltier em paralelo.....	43
Figura 38 – Módulos de Peltier simples e com associação multi-estágios	44
Figura 39 – Esquema de arrefecimento através do sistema de Peltier	45
Figura 40 – Representação de um módulo de Peltier num <i>cooler</i> de um computador	46
Figura 41 – Equipamento da Kryotherm[www.kryotherm.com]	47

Figura 42 – Equipamento Dometic CA100 [www.dometic.com]	48
Figura 43 – Equipamento Rittal - SK air climatised roof	49
Figura 44 – Diagrama T-S	51
Figura 45 – Esquema genérico	51
Figura 46 – Exemplos de compressores utilizados em ciclos frigoríficos	52
Figura 47 – Exemplo de evaporador convencional	54
Figura 48 – Exemplo de condensador frigorífico	54
Figura 49 – Fenómeno acústico de reflexão	59
Figura 50 – Fenómeno acústico de absorção	60
Figura 51 – Fenómeno acústico de difusão	61
Figura 52 – Fenómeno acústico de reverberação	61
Figura 53 – Sonómetro digital	64
Figura 54 – Anemómetro tradicional	66
Figura 55 – Anemómetro digital	66
Figura 56 – S7-1200 lado esquerdo e SM-1231 RTD lado direito	67
Figura 57 – Simantic HMI KTP600 Basic mono	68
Figura 58 – Equipamento de aquisição e registo de temperaturas	68
Figura 59 - Equipamento de aquisição e registo de temperaturas - interior	69
Figura 60 – Contentor de telecomunicações	70
Figura 61 – All-in-One versão de estudo	80
Figura 62 - All-in-One versão Premium módulo de baterias	81

Figura 63 - All-in-One versão Premium módulos de telecomunicações e gerador.....	81
Figura 64 – Modulo principal Siemens.....	107
Figura 65 – Ecrã <i>touch</i>	115

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Legenda da Figura 6	13
Tabela 2 – Propriedades do equipamento.....	20
Tabela 3 – Tabela das características das baterias	22
Tabela 4 – Características para R1G190-AC11-52.....	35
Tabela 6 – Catálogo Kryotherm	48
Tabela 7 – Propriedades do fluido R134a vs R12.....	51
Tabela 8 - Tabela de classificação do tipo de utilização	53
Tabela 9 – Condutividade.....	55
Tabela 10 – Resistência condutiva.....	56
Tabela 11 – Coeficiente de convecção.....	56
Tabela 12 – Resistência convectiva	57
Tabela 13 – Nível sonoro para várias constantes de tempo	64
Tabela 14 – Comparação entre Pt100 e Termopar	69
Tabela 15 – Identificação das sondas de temperatura do ensaio.	75
Tabela 16 – Índice de proteção para equipamentos elétricos	89

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Assinantes do serviço móvel terrestre.....	3
Gráfico 2 - Evolução da taxa de penetração do Sistema móvel terrestre em Portugal.....	3
Gráfico 3 – Ensaio sonoro	73
Gráfico 4 – Ensaio das saídas/entradas de ar.....	74
Gráfico 5 – Ensaio número 1.....	75
Gráfico 6 – Ensaio número 2.....	76

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, Portugal está a atravessar um crescimento exponencial no que diz respeito às áreas das novas tecnologias, principalmente nas telecomunicações móveis e dados.

Tal crescimento é justificado por uma grande evolução tecnológica. Numa perspectiva diacrónica, podemos referir que em 1983 surge comercialmente o primeiro telemóvel portátil (Figura 1), que pesava cerca de 800 g e foi comercializado até 1984.



Figura 1- Motorola DynaTac phone

Com este tipo de equipamentos o utilizador apreende um novo conceito de comunicação móvel cujas vantagens se podem elencar da seguinte forma:

- Utilizador desloca-se livremente no espaço;
- Utilizador comunica em qualquer momento;
- Utilizador comunica com outro utilizador;
- Utilizador acede à rede através de uma alta gama de terminais;

Para a realização deste tipo de comunicações móveis seria necessário um equipamento portátil, número pessoal de telecomunicações e uma grande capacidade de tráfego, que implicaria uma maior largura de banda.

Por outro lado, o sistema terá que estar apto de modo a que exista uma segurança na utilização deste serviço e uma interoperação com outras redes.

Para que seja possível uma correta utilização destes equipamentos de comunicações móveis é necessária uma boa cobertura das telecomunicações. Este tipo de cobertura é denominado por células, que possuem dimensões variadas. Na Figura 2 é possível obter um conceito de funcionamento deste tipo de tecnologia.

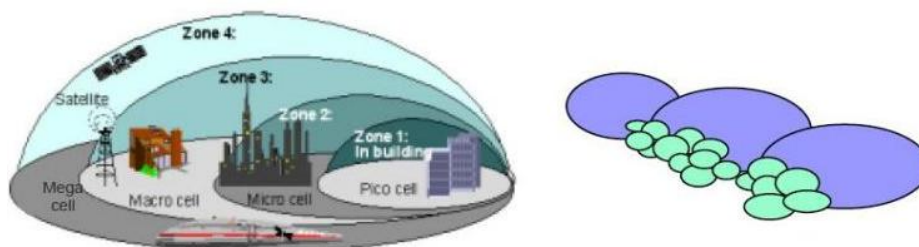


Figura 2 – Cobertura de células de dimensão variável [www.redes.xl.pt]

O primeiro sistema de telecomunicações móveis foi o sistema de 1ª geração nos anos 1970-80 (NETZ-C – banda 450MHz) em que a tecnologia era analógica, composta por macro células e serviço de voz sem fios.

Após este modelo, surgiram os sistemas de 2ª geração em 1980-90 (GSM- bandas 900/1800 MHz) em que a tecnologia evoluiu para digital de grande capacidade composta não só por macro células mas também por micro e pico células, havendo ainda uma evolução nos serviços de voz sem fios.

Entre 2002 e 2011 surgem os sistemas de 3ª geração (UMTS – bandas 1900 a 2100MHz) onde os canais de rádio de maior largura de banda obtêm um aproveitamento espectral; a partilha de capacidade aumenta; aparecem as células de dimensão variável, desde as mega células até às nano células (10 metros); serviços digitais integrados de voz, dados, imagens e vídeo.

Atualmente, em Portugal, desde Dezembro de 2011, foram disponibilizados sistemas de 4ª geração (LTE 700 MHz) pelas operadoras de telecomunicações portuguesas. A principal característica deste serviço é a elevada velocidade que permite atingir, comparando com as tecnologias referidas anteriormente. No entanto, esta tecnologia obriga à aquisição de equipamentos novos capazes de emitir e receber este tipo de frequências.

Todos estes serviços de telecomunicações obtiveram uma grande adesão o que implicou uma evolução acentuada como é possível observar no Gráfico 1, tendo o número de assinantes duplicado, entre 1999 e 2003.

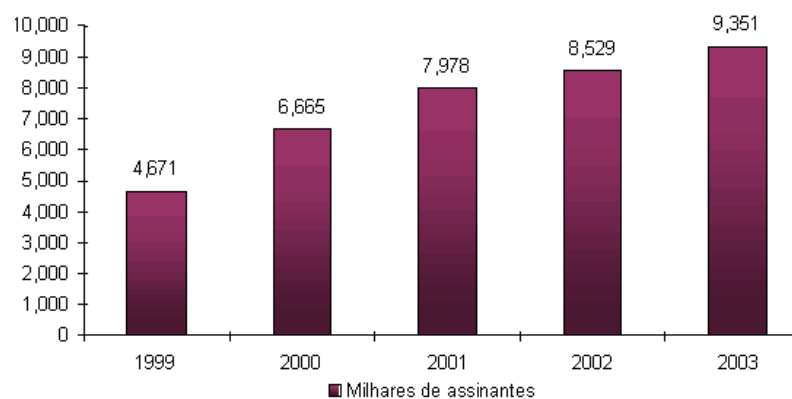


Gráfico 1 - Assinantes do serviço móvel terrestre

No Gráfico 2 é apresentada a taxa de penetração do sistema móvel terrestre em Portugal, tendo atingido cerca de 90% em 2003.

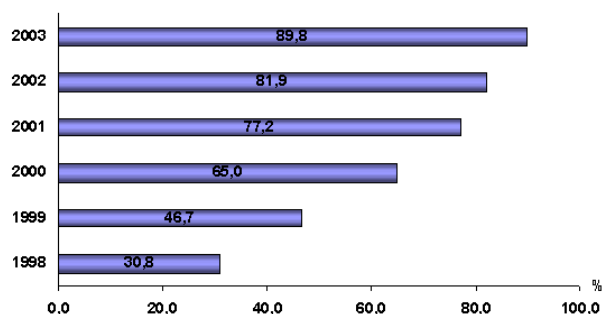


Gráfico 2 - Evolução da taxa de penetração do Sistema móvel terrestre em Portugal

Com os valores acima descritos é possível perceber quanto estamos dependentes deste tipo de redes, e, com o evoluir da tecnologia, há mais equipamentos a utilizar estas redes, nomeadamente nos automóveis (nos sistemas de internet móvel presente em alguns modelos topo de gama), e nos *Tablets*.

1.1 Motivação

Este trabalho teve o intuito de proporcionar a realização de um projeto de final de curso no ambiente empresarial de modo a não só realizar este patamar na concretização do mestrado, mas também efetuar um pequeno estágio curricular onde será possível ter contacto direto com o ambiente de trabalho e com o desenvolvimento de produtos.

A empresa Eurico Ferreira S.A., Grupo Proef, que está inserida na área das telecomunicações móveis e das energias renováveis não só em Portugal mas também noutros países nomeadamente Africanos, faculto esta oportunidade para a realização deste projeto no departamento de I&D (inovação e desenvolvimento) onde foram fornecidos todos os meios necessários para a realização de testes, bem como a aquisição de material para a montagem de protótipos, implicando também a colaboração de outras empresas associadas à Eurico Ferreira, de modo a serem construídos e testados todos os equipamentos antes de serem produzidos em série e comercializados.

A área de telecomunicações está em constante desenvolvimento e Portugal é para os grandes fabricantes de equipamento de telecomunicações um país bastante propício para a realização de testes, pois possui um clima bastante variado em todo o país. Acrescido a este fator, o nosso país possui uma extensa zona costeira e, no seu interior, possui acentuada zona montanhosa, o que possibilita a abrangência de todos os cenários possíveis na instalação destes equipamentos.

A empresa Eurico Ferreira está interessada na exportação de equipamentos, visto que se encontra no mercado externo tendo como *target* a exportação para multinacionais líderes nas telecomunicações fixas e móveis, onde o mercado está em evolução, nomeadamente nos países subdesenvolvidos.

1.2 Objetivos da tese

Este projeto teve como principal objetivo o desenvolvimento de um produto já existente na empresa. Para tal, foram estabelecidos objetivos que visavam o melhoramento e o desenvolvimento do equipamento existente.

Assim, para atingir este fim foi proposta a criação de um local onde fosse possível controlar as condições ambientes do local, nomeadamente temperatura, circulação de ar, humidade e ruído, e assim, alguns destes fatores contribuem para as prestações do equipamento.

A metodologia dos ensaios utilizada será equivalente à utilizada no Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ) em que apenas serão ensaiados o isolamento térmico e isolamento acústico. Para a aquisição de valores, será desenvolvido um equipamento capaz de registar as temperaturas ao longo de um determinado intervalo de tempo, mas também será utilizado um medidor portátil sonoro de maneira a ser possível registar manualmente esses valores sonoros conforme a configuração desejada dentro do armário.

O equipamento utilizado será um armário de telecomunicações, tanto para a parte de testes, como a nível da inovação. No que concerne a inovação será também necessária realização de cálculos estruturais, nomeadamente no *software* utilizado para desenho 3d.

1.3 Organização da tese

O presente capítulo é de caráter introdutório, em que é feito um pequeno enquadramento do tema da tese, assim como a motivação e os objetivos utilizados para a realização deste projeto.

No capítulo 2, é feita uma revisão bibliográfica sobre os temas que foram considerados importantes para a realização deste projeto, é também considerada uma pequena síntese histórica sobre o desenvolvimento das telecomunicações.

O terceiro capítulo é composto por vários subcapítulos. Primeiramente, é analisado o equipamento e seus constituintes, mas também os pontos que serão necessários aperfeiçoar. Seguidamente, são apresentadas algumas soluções que foram desenvolvidas internamente, nomeadamente alguns suportes. Após esse capítulo surge o sistema de refrigeração e seu progresso. Também é efetuada uma análise térmica e acústica do equipamento e, na parte final, é realizada a parte experimental e seus resultados.

2 ESTADO DA ARTE

As telecomunicações são umas das áreas das novas tecnologias que mais interesse tem para os investigadores e também para os consumidores. Hoje em dia, a área de telecomunicações é um dos grandes motores da economia mundial, tanto por empregar milhões de pessoas, como também por movimentar milhares de milhões de euros em todo o mundo.

Este interesse tanto pelos investigadores como pelos agentes económicos por esta área, representa uma aplicabilidade imediata em diversos setores da economia, assim como a influência que exerce sobre os hábitos dos cidadãos e das organizações, de tal forma que podíamos dizer, sem grande margem de erro, que estamos perante a terceira revolução industrial.

As telecomunicações entraram de tal maneira no nosso quotidiano que, na maior parte das vezes, já nem pensamos como seria o nosso quotidiano sem elas. Nunca nos questionamos de que modo recebemos o sinal de televisão nas nossas casas, como utilizamos a internet ou como utilizamos o telemóvel para comunicarmos à distância. Recentemente até já é possível receber imagens vindas de outros planetas, tudo graças às telecomunicações.

No entanto, para que tudo isto seja possível, é necessário que todo um conjunto de equipamentos utilizados na estrutura de telecomunicações esteja convenientemente instalado e protegido, de modo a assegurar uma receção e transmissão de informação sem interferências e sem interrupções. Assim, decorrente deste conjunto de fatores, é essencial saber escolher o armário mais apropriado para a acomodação dos equipamentos de modo a garantir que este proteja o equipamento contra atmosferas mais ou menos agressivas, mau tempo, riscos de explosão ou simplesmente da ação não autorizada de pessoas.

Quando estamos perante a escolha do armário ideal para instalarmos um determinado sistema de comunicação, devemos primeiramente definir o local onde vamos colocar o armário:

- No interior de edifícios - salas protegidas para o efeito ou então em salas não preparadas para proteger os equipamentos (risco de incêndio, inundação, gases, vandalismo, intrusão, explosão, etc.)

- No exterior de edifícios – ao nível do pavimento, em postes, em locais onde a alimentação é assegurada através de baterias, em locais com risco de explosão ou em locais com atmosferas excessivamente agressivas a nível de corrosão do material (ex. esgotos)

Cuidados a ter na instalação:

Após ser definido o local onde será instalado o armário, é necessário efetuar uma caracterização de todos elementos que irão compor a solução para termos a certeza de que a solução final irá corresponder à solução escolhida. Um dos exemplos poderá ser a instalação do armário com o equipamento elétrico numa sala com as suas características controladas (*data center*), e então as características de proteção do armário serão passadas para a sala, pois esta é que deverá estar protegida contra todo o tipo de riscos que poderão pôr em causa o bom e normal funcionamento dos equipamentos. Apesar disso, ao efetuarmos a escolha do armário e do seu fabricante, é necessário ter em conta a sua certificação, segundo as normas internacionais (não se tratando da certificação de qualidade da empresa que os fabrica, mas sim das certificações dos produtos segundo as normas internacionais definidas e aceites pelos estados). Devemos também ter a certeza de que o fabricante escolhido possui todos os acessórios necessários à perfeita instalação dos equipamentos, tais como proteção eletromagnética, se for necessário.

Se por outro lado, o armário ficar localizado em espaços que não estão protegidos, então todos os sistemas de segurança devem estar dirigidos para o armário, que deverá estar equipado com sensores, que permitam a prévia identificação dos riscos que podem pôr em causa toda a solução, de modo a ser enviada uma notificação para serem corrigidas essas anomalias no local.

Soluções exteriores:

Se a opção for a instalação, num meio exterior, então teremos de fazer uma análise às condições onde vai ser instalado, condições que serão bastante diferentes das condições analisadas quando o armário é instalado no interior. Normalmente o IP (índice de proteção) muda de IP54 para IP56 ou IP66 dependendo da agressividade da atmosfera, mas também é necessário ter em conta os elevados níveis de proteção contra a corrosão.

Apesar de estes armários serem bastante semelhantes aos utilizados no interior, o que acontece na realidade é que, com o passar do tempo, os sinais de corrosão são bastante evidentes o que acaba por levar a um decréscimo no índice de proteção (IP) inicialmente desejado.

Assim, quando o nosso armário é selecionado para o uso exterior, devemos garantir que o tratamento da chapa seja feito segundo as seguintes regras: garantir e comprovar um adequado tratamento de superfícies aos seus produtos e garantir igualmente que o tipo de produtos utilizados não agride o meio ambiente, estando de acordo com a norma EN ISO 14 001/1996

Como garantia mínima para uma boa longevidade do produto (chapa do armário), ele deverá ser sujeito a um determinado esquema de tratamentos em “contínuo”: fosfatização, lavagem, secagem, aplicação de primário, secagem em estufa, lacagem texturizada, secagem em estufa, aplicação de poliuretano.

Se a solução for instalada dentro de um túnel, este deve estar preparado para, por exemplo, resistir a um incêndio durante 30 minutos, possibilitando que as telecomunicações estejam em pleno funcionamento mesmo após o incêndio ter atingido o armário. Se por outro lado o armário for instalado num túnel ferroviário, para além da resistência ao fogo, é necessário também resistir a uma pressão provocada pela deslocação da massa de ar equivalente a 5 kPa.

Assim, o presente trabalho visa um estudo da remodelação de um armário existente, tendo em conta outros possíveis armários existentes no mercado, sendo, por isso, prioritário pesquisar sobre a oferta existente no mercado.

Através de uma pesquisa de mercado foi encontrada uma série de armários construídos para o mesmo fim, ou para fins semelhantes, fins esses que passam pela função de albergar material no seu espaço interior, de modo a serem posicionados no meio exterior ou interior.

Seguidamente, enunciam-se algumas escolhas do mercado assim como as características fornecidas pelos fabricantes - dimensões, índice de proteção entre outros.

Ikea – JOSEF armário branco:



Figura 3 – Armário IKEA

Dimensões do produto:

- Largura: 0,4 m
- Profundidade: 0,35 m
- Altura: 0,86 m
- Peso do produto: 11,5 kg
- Peso máximo por prateleira: 17kg

Características principais:

- Adequado para o uso interior e exterior;
- O armário possui duas prateleiras ajustáveis, sendo possível montar a porta com abertura à esquerda ou à direita, conforme a intenção do utilizador;
- Possibilidade de regulação para obter uma maior estabilidade na utilização de pavimentos irregulares através dos pés.

Descrição do produto:

- Portas/painel lateral: aço galvanizado;
- Revestimento em pó de poliéster;
- Elementos principais/estrutura: aço;

- Revestimento em pó de poliéster;
- Íman: plástico de polipropileno, neodímio;
- Pé: plástico de polipropileno, aço galvanizado;

Tong young- YT-H



Figura 4 – Armário Tong young

Dimensões do produto:

- Largura: 0,75 m
- Profundidade: 0,7 m
- Altura: 1,2 m

Características principais:

- Nível de Proteção: IP65
- Utilização para albergar equipamentos mecânicos e eletrônicos

Descrição do produto:

- Material utilizado: aço inoxidável
- Revestimento: pó de PVC (com características anticorrosivas e longevidade do produto)

Seitec Tecnologia em equipamentos LTDA – Armário outdoor para instalação em Poste



Figura 5 – Armário Sitec

Dimensões do produto:

- Largura: 0,6 m
- Profundidade: 0,4 m
- Altura: 0,9 m

Características principais:

- Nível de Proteção: IP 55
- Construção adequada para uso externo com suporte de fixação para poste ou parede
- Proteção contra corrosão

Descrição do produto:

- Construído em chapa de aço carbono ABNT1020 com a espessura de 1 mm e 2 mm
- Pintura electroestática
- Termostato para alarme de temperatura elevada
- Conexão ótica (opcional)
- Compartimento exclusivo para baterias

Mais automação- UPD – Armário de poliéster uniplast (versão compacta)

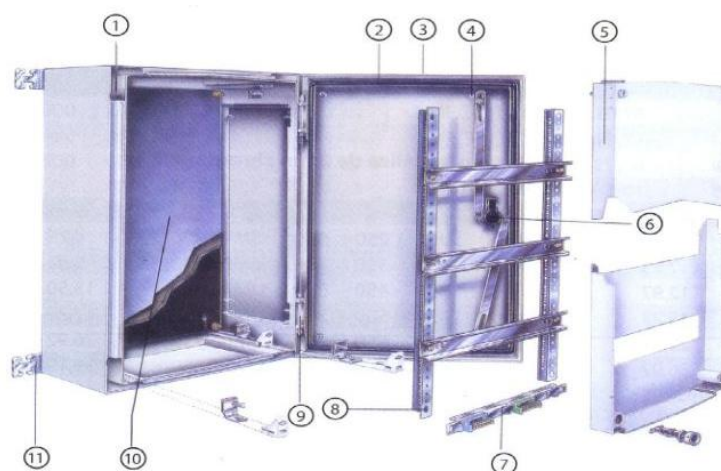


Figura 6 – Armário UPD

Tabela 1 – Legenda da Figura 6

Legenda	
1	Caixa de uma só peça
2	Porta plana com abertura à esquerda ou à direita
3	Sem estagnação de água na junta
4	Ponto de fixação no interior da porta
5	Espelho
6	Fechadura de fecho a 3 pontos. Canhão permutável
7	Perfil independente para barras de ligação
8	Chassi de montagem
9	Dobradiças integradas, abertura até 180°
10	Platine de montagem
11	Fixação mural direta ou com suportes de fixação em inox 304 ou em

Dimensões do produto:

- Sem informação

Características principais:

- Nível de Proteção: IP 66
- Resistência à temperatura de -50 °C a 150 °C
- Inflamabilidade de acordo com a norma UL94
- Duplo isolamento de acordo com a norma 60439-1

Descrição do produto:

- Poliéster moldado a quente, reforçado a fibra de vidro, colorido.
- Poliéster auto-extinguível

Sistema Modulares TS 8-Rittal



Figura 7–Armário Rittal

Dimensões do produto:

- Largura: 0,6 a 1.2 m
- Profundidade: 0,5 m
- Altura: 1.2 a 1.4 m

Características principais:

- Nível de Proteção: IP 55

Descrição do produto:

- Estrutura do armário, teto, painel traseiro e chapas de base chapa de aço de 1,5 mm
- Porta: chapa de aço de 2,0 mm
- Placa de montagem: chapa de aço de 3,0 mm
- Estrutura do armário: pintura eletroforética por imersão
- Porta, teto e painel traseiro: pintura eletroforética por imersão, acabamento externo com pintura eletrostática a pó, pintura texturizada
- Placa de montagem e chapas de base: galvanizadas
- Estrutura do armário com porta (s) e fecho de palheta dupla de 3 mm
- Placa de montagem
- Chapas de base
- Painel traseiro
- Chapa de teto
- 4 Olhais de suspensão

Eurico Ferreira – LCS V2



Figura 8 – Armário Eurico Ferreira

Dimensões do produto:

- Largura: 0,7 m
- Profundidade: 0,6 m
- Altura: 1,6 m

Características principais:

- Nível de Proteção: IP 55
- Modularidade do armário
- Controlador da ventilação

Descrição do produto:

- Termostato para alarme de temperatura elevada
- Compatibilidade com o modelo anterior
- Portas de acesso laterais
- Expansão vertical/horizontal sem a necessidade de desligar os equipamentos
- Painel traseiro removível
- Tecnologia modular

3 ARMÁRIO DE TELECOMUNICAÇÕES

3.1 Análise do Equipamento Inicial

Para efetuarmos um aperfeiçoamento do equipamento, tivemos de nos basear no equipamento inicialmente construído, partindo do levantamento dos pontos negativos.

Após uma análise das características do LCS (Light Cabinet Site) V2 enumeramos numa listagem os principais pontos-chave do produto, as suas mais-valias a serem tomadas em conta:

- Grande capacidade para albergar equipamentos;
- Modularidade;
- Melhor desempenho térmico;
- Boas prestações no isolamento acústico;
- Limitador de ruído;
- Boa acessibilidade;
- Design agradável;
- Geometria à prova de água;
- Geometria resistente a atos de vandalismo;

Na tabela 2 apresentam-se os dados técnicos do equipamento:

Tabela 2 – Propriedades do equipamento

	Valor	Comentários
Comprimento [mm]	697	
Altura [mm]	1610	
Profundidade [mm]	547	
Peso [kg]	152	
Ventiladores	2 Unidades	545m ³ cada ventilador
Isolamento acústico [mm]	5	Poliuretano aglomerado
Isolamento térmico [mm]	10	Poliiolefina
Isolamento anti vibratório [mm]	5	EPDM célula fechada/elastómero
Acessibilidade		
Porta da frente (quantidade)	1	Fechadura personalizável
Portas laterais (quantidade)	2	Abertura apenas com 1 clique
Painel traseiro (quantidade)	1	Removível
IP	54	

Este equipamento é, normalmente constituído por um módulo principal e um módulo de ventilação ou cabeçote. O módulo principal alberga o equipamento elétrico (retificador, equipamentos de 3G entre outros) e também no fundo deste serão instaladas as baterias.

3.1.1 - Equipamentos constituintes do armário à saída de fábrica

Ventiladores:

Serão utilizados 2 ventiladores da marca EBMPAPST cujas características são apresentadas no Anexo II.

Baterias:

Um dos equipamentos também utilizados dentro do armário é um conjunto de baterias cuja função é emitir um sinal para o instalador, avisando que houve alguma avaria nesse armário.

Quando estas baterias foram incluídas também tinham outra finalidade, que seria suportar eletricamente o armário durante um determinado período de tempo, de modo a que as telecomunicações associadas não ficassem desligadas, mas, com a evolução da tecnologia instalada as baterias passaram a ser utilizadas apenas para a emissão do sinal de avaria.

Para o funcionamento do armário, são utilizadas 4 baterias de 12V, totalizando 48V. A Tabela 3 enumera as principais características das baterias. O Anexo III contém a ficha técnica da mesma.



Figura 9 – Modelo da bateria utilizado

Tabela 3 – Tabela das características das baterias

Features	
Nominal Voltage	12 Volt
Nominal Capacity	12 Ah at 20 hours rate to 1.75 Vpc(volt por célula)at 25°C
Floatcharginvoltage	13.5 – 13.8 V/blocat 25°C
Boost charge voltage	14.40 – 15.00 V/blocat 25°C
Floatvoltagecompensation	-18 mV/°C
Maximum charging current	3 A
Case	ABS with HB flammability rate (according UL 94)
Internalresistance	14.8 mΩn fullcharged condition
Weight	3.75 kg
Dimensions	L * W * H (TH): 151 * 98 * 94 (99)
Operative temperature range	-20°C to 50 °C

Quadro DC

Com a introdução de equipamento elétrico no armário, é necessário existir dispositivos capazes de desligar todo o sistema em situações de picos de corrente. Assim, será necessário a utilização de um quadro de corrente contínua. Na Figura 10 é possível ver o equipamento utilizado atualmente.



Figura 10 – Quadro DC tamanho grande

Na Figura 11 é possível ver um protótipo do quadro que veio substituir o atualmente usado, apresentando a nova reformulação de estrutura. O que se constata é que foi possível aumentar o espaço disponível comparativamente ao protótipo anterior, sem uma perda de características do equipamento. Nesta reformulação apenas foram utilizados disjuntores de perfil especial (mais pequeno do que o normal) o que permitiu, por sua vez, a alteração da estrutura exterior do quadro.

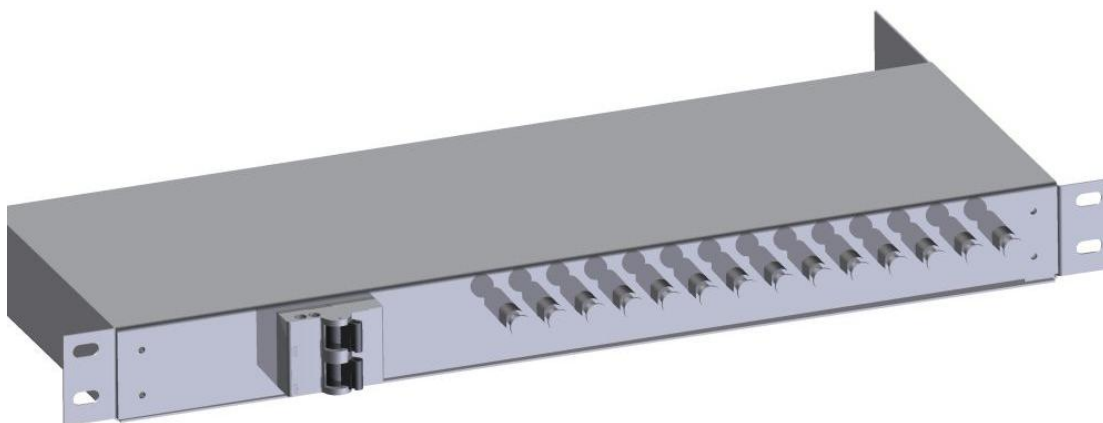


Figura 11 – Protótipo de quadro DC

Foi também necessária a criação de um quadro de corrente contínua de modo a poupar algum espaço dentro do armário. Este equipamento, Figura 14, irá substituir o equipamento presente na 3.



Figura 12 – Quadro AC tamanho grande

A grande diferença que foi imposta neste equipamento foi a utilização dos disjuntores não com a posição normal vertical, que é possível ver na Figura 12, mas sim a utilização dos mesmos na posição horizontal e agrupados 2 a 2.

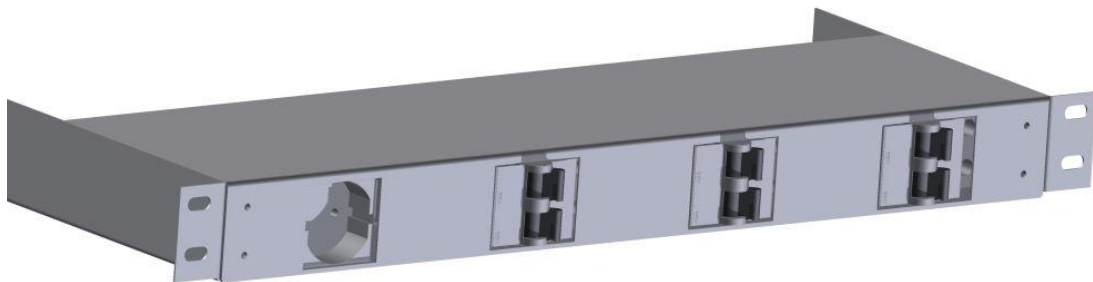


Figura 13 – Protótipo quadro AC

3.1.2 - Aspetos a aperfeiçoar

Com vista ao aperfeiçoamento do equipamento foi-nos indicada uma lista de pontos cuja resolução passará pelo aperfeiçoamento ou então, passará por desenvolver produtos capazes de ir ao encontro das especificações pedidas, de modo a não haver incompatibilidades entre a versão nova do produto e a versão antiga.

Assim, tendo em vista esse objetivo, elencamos os seguintes pontos:

- Sistema de ventilação com refrigeração incluída;
- Isolamento acústico;
- Solução para utilizar como suporte de parede;
- Expansão do armário Horizontal e Vertical sem perder a compatibilidade da V2;
- Fixação dos Filtros do cabeçote;

3.2 Fixação dos filtros do sistema de ventilação

A fixação atual dos filtros presentes na entrada de ar do armário está a ser efetuada com a utilização de uma fita de velcro que é colada no equipamento através de uma cola vulgar, enquanto, do lado do filtro, este velcro é colado com uma cola quente de pistola, de modo a aproveitar uma maior área, visto que o filtro, como indicado na Figura 14, é bastante poroso não tendo, por isso, uma área de contacto muito extensa.

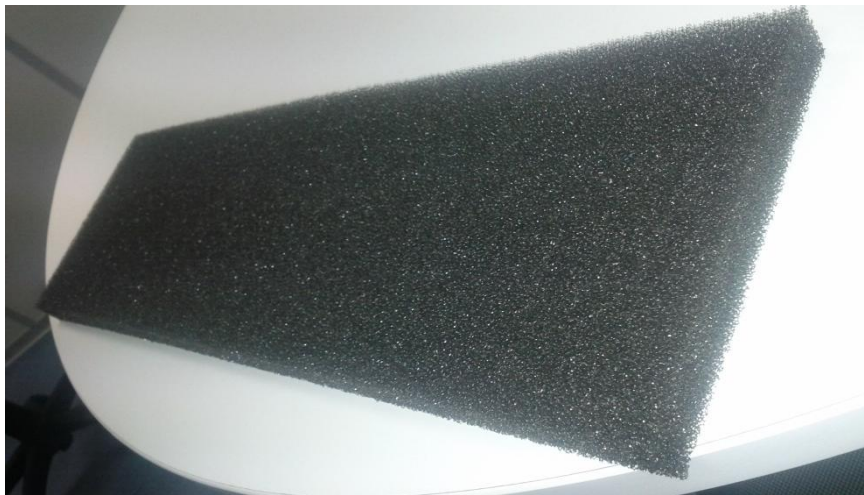


Figura 14 – Filtro colocado na entrada de ar do armário

Em alternativa ao método utilizado, foi desenvolvido através de *software* específico, um objeto que irá efetuar a fixação destes filtros de modo a que, com o passar do tempo, não haja nenhuma falha no velcro. Este processo também facilita a montagem e a desmontagem dos filtros.

Na Figura 15 é possível ver a simulação feita, e, seguidamente, já na Figura 16 é possível ver o protótipo já montado a efetuar a função desejada.

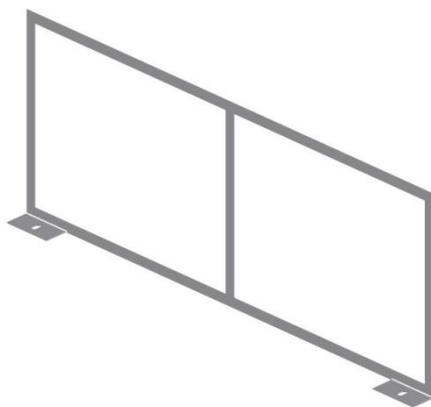


Figura 15 – Protótipo fixador de filtros



Figura 16 – Protótipo real do fixador de filtros

3.3 Expansão vertical

Com a evolução tecnológica, foi necessária a criação de um módulo, com mais espaço interior, sem criar qualquer inconveniente a nível de ligação com a base.

Assim, foi necessário criar uma expansão vertical que é aplicada entre o armário base e o cabeçote de ventilação. Esta expansão tem a configuração presente na Figura 17.



Figura 17 – Expansão vertical

3.4 Suporte tipo mural

Este módulo tem como objetivo albergar uma menor quantidade de equipamento, sendo apenas o essencial utilizado no seu interior. Este modelo é pensado de modo a que seja possível efetuar uma fixação na parede sem o auxílio de equipamentos de suporte.

Assim, para a conceção deste produto teremos de ter em conta a altura das baterias, pois este módulo além de fixador à parede será o módulo onde serão albergadas as baterias que irão servir de suporte ao equipamento.

3.4.1 Desenho 3d

Através do auxílio de *software* de desenho 3d foi possível criar um modelo virtual que poderá ser bastante aproximado da possível solução final do produto.

Protótipo do módulo:



Figura 18 – Modelo virtual do módulo suporte mural

3.4.2 Análise Estrutural

Para a realização desta análise estrutural, foi utilizado o simulador de análise estrutural presente dentro do *software* Inventor 2012 de modo a que seja efetuado um estudo para determinar se a estrutura utilizada é eficiente ou não para o uso pretendido.

Este estudo é apresentado num ficheiro presente no cd que acompanha este documento, onde é possível observar todas as propriedades físicas utilizadas, assim como o deslocamento máximo que a estrutura irá sofrer.

3.4.3 Concretização do equipamento:

Após o desenvolvimento do produto foi efetuado um primeiro protótipo cuja configuração está presente na Figura 19.



Figura 19 – Protótipo nº1

Depois de efetuar uma tentativa de montagem, foi possível depararmo-nos com a pequena altura da entrada frontal, o que iria dificultar a montagem das baterias na secção inferior. Além

disso, este protótipo teria de ser fixo na parede com 4 parafusos nas costas do mural, o que permitiria a possível infiltração de água para o interior do equipamento, apesar de ser possível contornar esse problema, o cliente optou pela exclusão.

Seguidamente, foi reformulada a altura do mural, e alterado o tipo de fixação à parede com o objetivo principal de eliminar os possíveis contactos com o exterior. Foi efetuado um desenho 3d com as alterações efetuadas, como é possível observar na Figura 20.

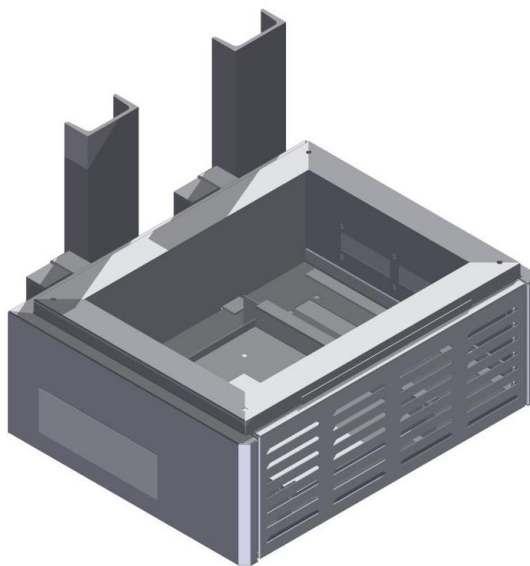


Figura 20 – Modelo Virtual

Analisando o tipo de fixação com mais detalhe, este é composto por uma estrutura (Figura 21), onde são utilizadas 2 barras de perfil U, soldadas a 2 barras com perfil U onde o armário irá efetuar o encaixe.

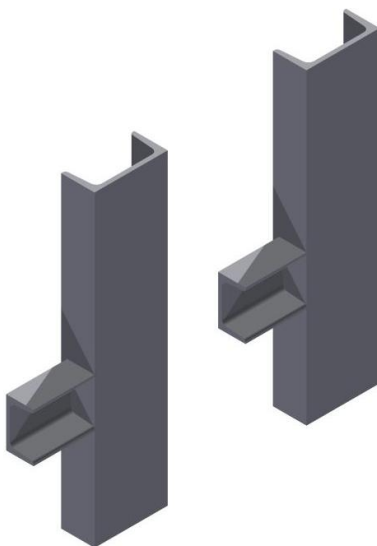


Figura 21 – Modelo virtual da estrutura de fixação à parede

Na Figura 22 é possível observar o aspeto final do protótipo nº2 onde foram modificados os itens anteriormente assinalados.



Figura 22 - Protótipo nº2 vista frontal



Figura 23 - Protótipo nº2 vista lateral



Figura 24 - Protótipo nº2 vista da retaguarda

Como podemos ver na Figura 24 o método de fixação foi alterado, implicando uma estrutura mais pesada que acaba por não ir de encontro à simplicidade pedida pelo cliente.

Assim, após um diálogo de ambas as partes foi possível chegar a um consenso, cujo modelo virtual assenta nas seguintes ideias:

- Não existe qualquer interferência do meio exterior com o interior através da estrutura de fixação;
- A estrutura de fixação é efetuada de modo a ter um aspeto mais leve, mas também uma fácil montagem com uma maior redução de erros que poderiam ser efetuados na anterior (nomeadamente a fixação da estrutura do perfil U à parede);

Desse modo, na Figura 25 é possível observar a nova solução para o equipamento mural, que é mais fácil de aplicar, tendo uma estrutura de fácil acesso.



Figura 25 – Modelo Virtual da estrutura de fixação à parede

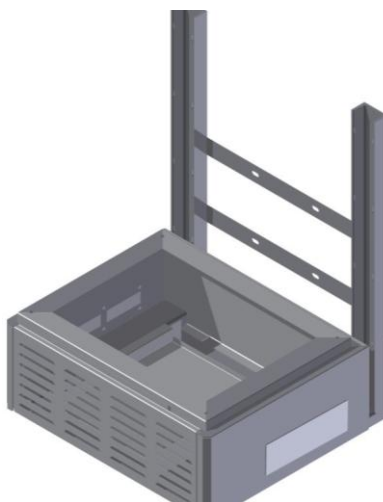


Figura 26 – Modelo Virtual do suporte tipo mural

Na Figura 26 é possível observar a montagem dos dois componentes, sendo esta a escolhida pelo cliente, por isso será esta a solução final.

No **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** é possível ver o estudo de estabilidade o armário efetuado no *software* utilizado para modelação.

Na Figura 27 é possível observar o protótipo número 3, que será comercializado com o fim pretendido.



Figura 27 – Protótipo físico

Na Figura 28 é possível ver a montagem do equipamento acima desenvolvido, estando já na fase da sua produção em série.



Figura 28 – Equipamento com suporte tipo mural já em montagem

3.5 Expansão horizontal

Com o evoluir da tecnologia e com o aumento de espaço dos equipamentos, surgiu a necessidade da criação de um dispositivo que implicasse o aumento de um dos armários (módulo base presente) sem implicar que se desligasse internamente o equipamento.

Através da utilização das portas amovíveis do armário foi possível criar um dispositivo que irá fazer a ligação entre os dois armários, de modo a que fiquem estanques e que não seja possível vandalizar o equipamento através a inclusão desta nova peça.

Assim, foi criada uma união que será encaixada no lugar de uma das portas de cada armário, de modo a fazer a conexão entre o armário já instalado e o novo equipamento.

3.5.1 Equipamento já instalado

Na Figura 29 é possível ver uma das utilizações desta mesma expansão, quando utilizada na união de dois armários iguais, sem haver uma perda de características, apenas aumentando o espaço interior.



Figura 29 – Protótipo já montado

Além da configuração anterior, onde a expansão é utilizada para a união de 2 armários “grandes”, existe também a hipótese de união de 2 armários do tipo mural, onde estes são apenas utilizados em situações de pouco espaço disponível daí ser possível o acoplamento de dois.

3.6 Sistema de ventilação

O sistema de ventilação foi projetado para fazer a circulação de ar dentro do armário, de modo a não criar uma temperatura demasiado alta, quando comparada com a temperatura exterior.

Assim, ao contrário do normal, o ar é insuflado pela parte superior e extraído pela parte inferior. Uma vez que as zonas com menores têm por norma maior quantidade de poeiras, e por isso o ar é insuflado pela parte superior, evitando se menor entrada de poeiras para o seu interior.

O equipamento utilizado possui as seguintes características:

Tabela 4 – Características para R1G190-AC11-52

Voltagem nominal	[VDC]	48
------------------	-------	----

Amplitude da voltagem nominal	[VDC]	36-57
Características		Valor
Speed	[min ⁻¹]	3200
Potência	[W]	71
Corrente	[A]	1.65
Temperatura ambiente mínima	[°C]	-25
Temperatura ambiente máxima	[°C]	+60
Caudal de ar	[m³/h]	545

Sonorização	[dB(A)]	68
-------------	---------	----



Figura 30 – Ventilador utilizado da marca EBMPAPST

3.6.1 Configuração inicial

A configuração existente na disposição dos ventiladores, é apresentada nas [Figura 31](#) onde é possível observar, de forma esquematizada, o posicionamento dos ventiladores que estão colocados lateralmente um ao outro, sem qualquer divisão física entre eles.

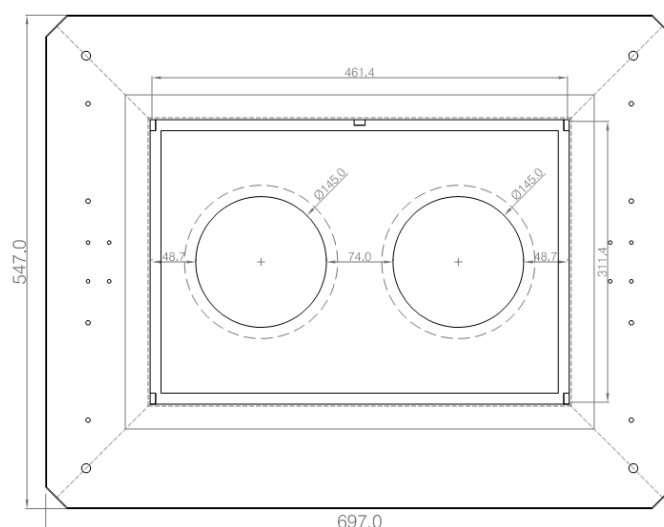


Figura 31 – Configuração da disposição dos ventiladores, vista de cima

Seguidamente, é possível ver na Figura 32 a disposição dos ventiladores quando se encontram montados no armário

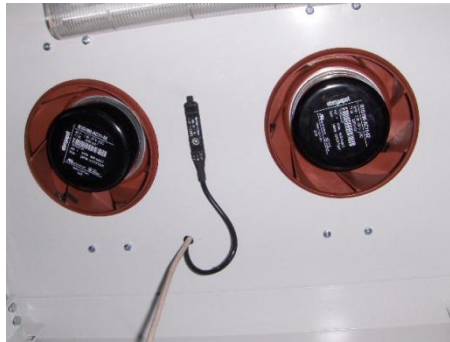


Figura 32 – Imagem dos ventiladores.

3.6.2 Solução final

Após um estudo mais pormenorizado sobre a instalação dos ventiladores, podemos concluir que estes não seguem alguns dos principais parâmetros, a saber:

- Os ventiladores não devem estar orientados vertical e horizontalmente, devem por isso estar enviesados;
- A distância entre o exterior dos ventiladores deve ser metade do diâmetro do mesmo;
- A distância dos ventiladores até ao filtro mais próximo deve ser superior a $\frac{1}{3}$ do diâmetro do ventilador, caso contrário poderá existir uma perda de eficiência de 65 a 90% conforme a situação

Assim, após a análise da configuração utilizada, verificou-se não foram consideradas estas anotações, o que influenciará o rendimento dos ventiladores, podendo ser também umas das causas do ruído por eles efetuado devido à vibração.

Deste modo, uma possível solução final, seria corrigir estes pontos anteriormente indicados, de maneira a ser possível efetuar uma análise com as modificações propostas pelos fabricantes o que irá aumentar as prestações, comparando com as utilizadas inicialmente.

3.7 Sistema de refrigeração

3.7.1 Introdução

Com a necessidade da climatização de sistemas fechados, as grandes empresas de Ar Condicionado, assim como as grandes produtoras de bastidores (armários) foram obrigadas a desenvolver equipamentos para combater não só o calor gerado no interior das suas câmaras, mas também os ganhos térmicos devido à envolvente.

Apesar de atualmente a maior parte dos equipamentos elétricos possuir um ponto de funcionamento até 80°C, existe uma série de componentes, nomeadamente as baterias, cujo rendimento varia com a temperatura do meio em que está inserida.

Atualmente, uma bateria para não perder as suas características de longevidade, tem de estar inserida numa ambiente com temperatura compreendida entre 25 - 30°C, o que se torna difícil em condições exteriores, havendo incidência direta do sol

Presentemente, o principal líder de mercado em equipamentos relacionados com bastidores é a Rittal, cuja produção apenas se limita a equipamentos relacionados com bastidores para telecomunicações, para equipamentos de transmissão de dados internos, entre outros.

3.7.2 Tipos de refrigeração

Os ciclos de refrigeração são ciclos termodinâmicos que têm por base o modelo matemático que define o funcionamento tanto das máquinas frigoríficas como das bombas de calor. A principal diferença entre uma bomba de calor e uma máquina frigorífica consiste no facto de uma máquina frigorífica apenas poder ser usada para o arrefecimento de um certo espaço, enquanto a bomba de calor, tanto pode ser usada para aquecimento como para arrefecimento. No processo de aquecimento de uma bomba de calor, esta também utiliza o ciclo de refrigeração, e, para tal, a bomba permite seleccionar qual das serpentinas funciona como condensador e utilizar a outra como evaporador.

Os principais ciclos de refrigeração são:

a) Compressão de vapor - ciclo teórico de

Neste ciclo, um refrigerante entra no compressor sob a forma de vapor sendo comprimido a uma entropia constante e sai sobreaquecido do compressor. O vapor sobreaquecido desloca-se então através do condensador que primeiro o arrefece, e removendo o sobreaquecimento, para depois ser condensado e transformado em estado líquido através da remoção do calor adicional, a uma pressão e temperatura constantes. Assim, o líquido refrigerante passa então por uma válvula de expansão (ou tubo capilar, que possui a mesma função), onde a sua pressão cai abruptamente, causando a sua evaporação parcial e a refrigeração de uma parte do líquido. Daí resulta uma mistura de líquido mais vapor e uma temperatura e pressão inferiores.

Esta mistura de líquido e vapor frio desloca-se através da serpentina do evaporador e evapora-se completamente, arrefecendo o ar que a atravessa.

b) Ciclo de absorção

Este ciclo é muito semelhante ao ciclo de compressão de vapor, exceto no que diz respeito à metodologia de fazer subir a pressão do refrigerante. Neste sistema, o compressor é substituído por um absorvedor que dissolve o refrigerante num líquido adequado, uma bomba que faz subir a pressão e por um gerador que, com a adição de calor, afasta o vapor refrigerante do líquido a alta pressão. É também necessário algum trabalho da bomba, apesar de que para uma determinada quantidade de refrigerante é muito menor do que aquele necessário para o compressor no ciclo de compressão. Num refrigerador de absorção, é usada uma combinação adequada de refrigerante e absorvente, sendo as combinações mais comuns: amónia como refrigerante e água como absorvente, ou então de água como refrigerante e brometo de lítio como absorvente.

c) Ciclo a gás

Este ciclo de gás consiste na utilização de um gás que é comprimido e expandido, mas não existe uma mudança de fase. O fluido mais comum a ser utilizado é o ar. Uma vez que não

existe condensação ou evaporação, os componentes correspondentes ao condensador e ao evaporador são permutadores de calor de gás quente para frio.

d) Ciclo de refrigeração por efeito termoelétrico

O efeito termoelétrico é a conversão direta da diferença de temperatura em voltagem elétrica e vice-versa. Um dispositivo termoelétrico cria uma voltagem quando há uma diferença de temperatura entre os seus lados. Pelo contrário, quando lhe é aplicada uma voltagem, cria-se uma diferença de temperatura (conhecido como efeito Peltier).

Este efeito pode ser usado para gerar eletricidade, medir temperatura, arrefecer objetos, aquecê-los ou tratá-los termicamente. Porque a direção de aquecimento ou arrefecimento é determinada pelo sinal da voltagem aplicado, os dispositivos termoelétricos produzem controladores de temperatura muito convenientes.

- Termopares

Os Termopares são sensores de medição de temperatura constituídos por dois condutores metálicos e distintos, puros ou homogêneos.

Numa de suas extremidades (Figura 33) são unidos por aperto ou soldadura, à qual se convencionou o nome de junta de medição ou junta quente a outra extremidade aberta onde se fazem as devidas interligações de junta de referência. Quando submetemos as suas extremidades a temperaturas diferentes a composição química dos metais gera uma força eletromotriz da ordem de mV, sendo este princípio conhecido por Seebeck.

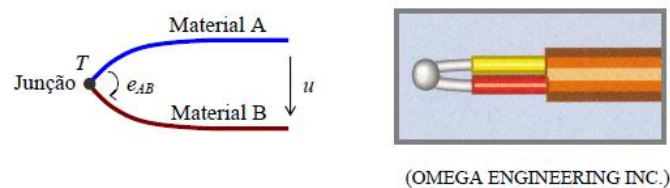


Figura 33 – Esquema de um termopar

Efeito Seebeck

O efeito de Seebeck foi descoberto em 1821 pelo físico alemão Thomas Johann Seebeck, que nasceu em Reval, a 9 de abril de 1770, que acabou por falecer em Berlim, a 10 de dezembro de 1831.

Este efeito é também conhecido como efeito termoeletrico. Descreve a produção de uma força eletromotriz (f.e.m.) num circuito que contém dois metais, ou dois semicondutores diferentes, quando as junções entre os dois são mantidas a temperaturas diferentes. O valor da f.e.m. depende da natureza dos metais e da diferença de temperaturas. Se ambas as junções se encontrarem a temperaturas diferentes, surge uma força eletromotriz suplementar causada pelo efeito Thomson.

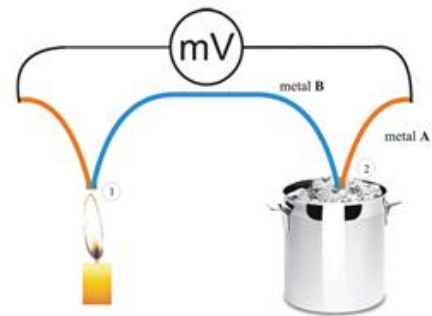


Figura 34 – Efeito Seebeck

A diferença de potencial (ΔV) gerada pelo efeito Seebeck (Figura 34) é dada por:

$$\Delta V = \alpha_{AB} \times \Delta T \quad (1)$$

Sendo α_{AB} positivo se a corrente fluir da junção quente para a fria e negativo caso contrário.

Para geração termoeletrica o efeito Seebeck é otimizado com o uso de materiais semicondutores.

Efeito Peltier

O efeito de Peltier, como o próprio nome indica, foi descoberto em 1834 pelo físico francês Jean Charles Athanase Peltier, que nasceu em Ham, a 22 de fevereiro de 1785, e faleceu em Paris, a 27 de outubro de 1845.

O efeito Peltier é o inverso do termopar: uma corrente elétrica é forçada a passar por junções de metais diferentes, resultando em aquecimento de uma e arrefecimento de outra.

O efeito consiste num fenómeno de libertação ou absorção de calor, na junção de dois metais ou semicondutores diferentes, produzido quando uma corrente elétrica passa através

dela. Este efeito surge devido à existência de uma força eletromotriz na junção, originada pela diferente composição de cada um dos lados da junção.

Os primeiros metais a serem investigados foram o bismuto e o cobre. Se a corrente se desloca do bismuto para o cobre a temperatura aumenta, se o sentido da corrente for invertido a temperatura diminui.

Assim, a quantidade de calor trocada depende do tipo de materiais utilizados e da direção da corrente. A natureza da mudança (libertação ou absorção de calor) depende do sentido da corrente. O efeito Peltier é utilizado para refrigeração em pequena escala.

O efeito Peltier ao contrário do que ocorre no efeito Seebeck, faz-se passar uma corrente pela junção e assim esta ficará aquecida (T_Q) ou refrigerada (T_F), (Figura 35), dependendo do sentido da corrente. Para este efeito definimos o coeficiente Peltier π_{AB} ,

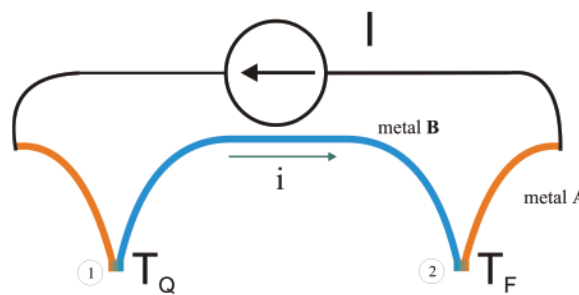


Figura 35 – Efeito Peltier

$$q = \pi_{ab} \times I \quad (2)$$

q : quantidade de calor através da junção

I : corrente

π_{ab} : é positivo se a junção 1 aquece e a 2 arrefece sendo a corrente de 1 para 2

Este efeito em junções metálicas em geral é mascarado pelo efeito do aquecimento Joule.

O uso de materiais semicondutores permite-nos que este efeito possa ser utilizado em dispositivos para refrigeração, (Figura 36). Podemos também observar que a corrente passa pela junção e, transporta o calor da parte fria para a parte quente.

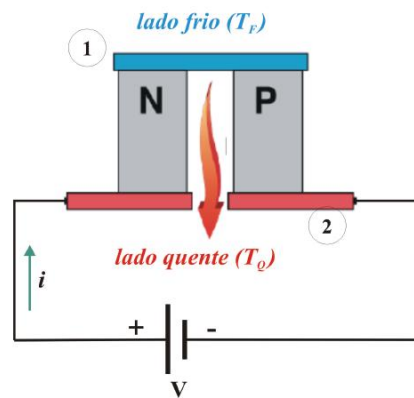


Figura 36 – Esquema relativo ao Efeito Peltier

Módulos de Peltier

O módulo é a maneira mais prática de se utilizar o efeito Peltier como refrigerador em larga escala e consiste num arranjo de pequenos blocos de telureto de bismuto - Bi_2Te_3 modificados, sendo do tipo N e tipo P, e montados alternadamente e eletricamente em série entre duas placas cerâmicas com uma boa condutividade térmica.

Assim, esta configuração faz com que todos os Termo elementos transfiram o calor na mesma direção, estando termicamente em paralelo, Figura 37.

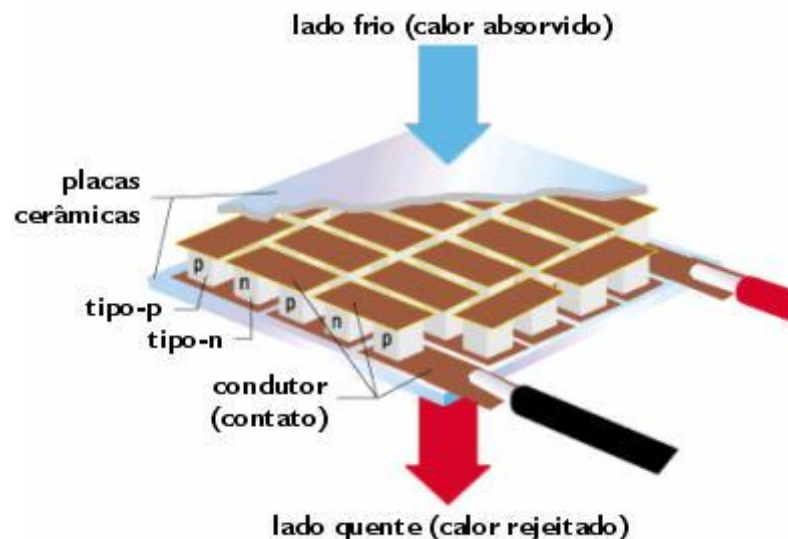


Figura 37 - Módulo de Peltier em paralelo

Os módulos estão disponíveis no mercado em tamanhos que variam de 6×6 mm a aproximadamente 50×50 mm, como é possível observar na Figura 38; estes podem ser

utilizados de diferentes maneiras: individualmente ou agrupados eletricamente em série, paralelo ou série-paralelo. Em algumas aplicações usa-se o módulo de multi-estágios, isto é, vários módulos termicamente em série para obtenção de um maior ΔT .

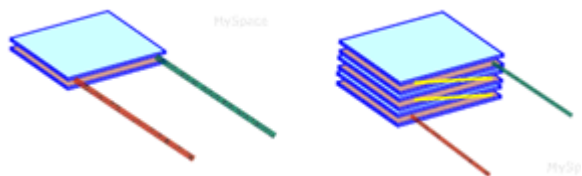


Figura 38 – Módulos de Peltier simples e com associação multi-estágios

Aplicação do efeito de Peltier

Os dispositivos Peltier são pequenos, não têm partes móveis e podem ser usados em aplicações de pequena capacidade de refrigeração e de pouco espaço, como pequenas arcas frigoríficas para automóveis, equipamentos de laboratório, refrigeração de processadores para aumento do desempenho.

A potência dissipada por unidade de área é relativamente alta e, em muitos casos, há necessidade de ventilação forçada na junção quente (Figura 39) e o conjunto fica semelhante ao aspeto de um *cooler* comum de um processador com um módulo Peltier intercalado, como é possível observar na Figura 40.

Se o conjunto é instalado no interior de algum equipamento, provavelmente será necessária a instalação de ventilação adicional para evitar aquecimento de outras partes.

Em caso de defeito, o dispositivo a arrefecer fica isolado do dissipador e devem existir proteções se o sobreaquecimento não for tolerado. Outro aspeto a considerar é a possibilidade de condensação de água. Isso pode ser evitado pela correta seleção do tipo, evitando sobredimensionamentos. Assim, uma boa opção seria a implementação de um sistema de controlo de modo a não haver um excesso de arrefecimento que poderia criar condensações.

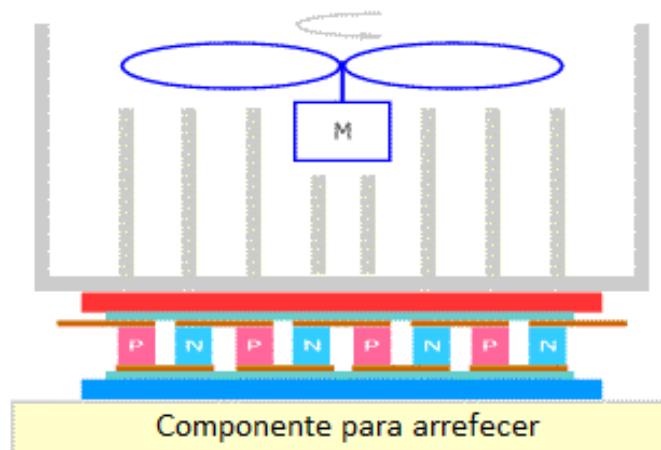


Figura 39 – Esquema de arrefecimento através do sistema de Peltier

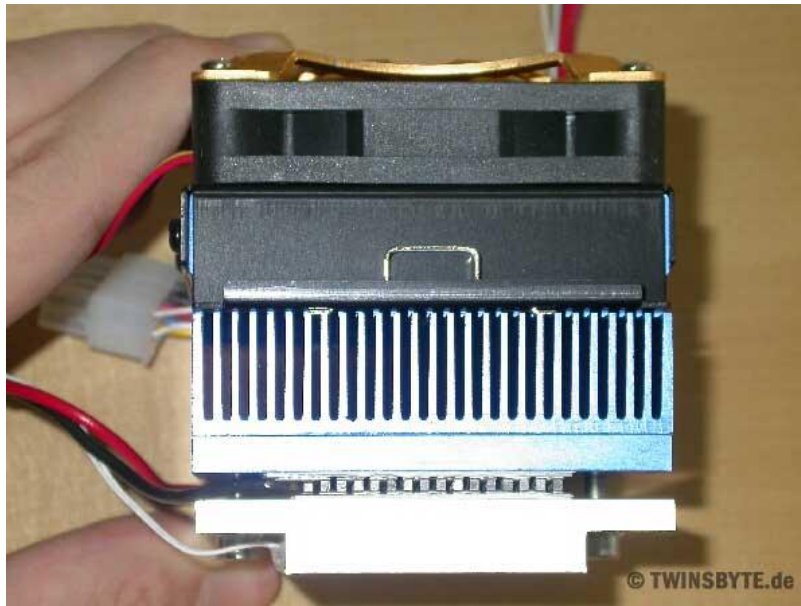


Figura 40 – Representação de um módulo de Peltier num *cooler* de um computador

3.7.3 Dados de entrada

Para efetuarmos uma escolha do equipamento de refrigeração é necessário obter alguns valores para que seja possível efetuar uma seleção do tipo de equipamento.

$$T_{\text{interna}} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{externa}} = 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$K_{\text{metal A}} = 53.9 \text{ W/m.K}$$

$$K_{\text{isolante B}} = 0.0401 \text{ W/m.K}$$

$$K_{\text{isolante C}} = 0.03745 \text{ W/m.K}$$

$$H_{\text{ar}} = 10 \text{ W/m}^2.\text{K} \text{ (aproximadamente)}$$

$$A_{\text{total}} = 4.51 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{equipamento}} = 1 \text{ kW}$$

3.7.4 Soluções existentes no mercado

Quando realizada uma pesquisa sobre equipamentos de refrigeração compactos com a possível utilização, para bastidores, podemos encontrar os seguintes artigos:

Kryotherm – Refrigeração termoelétrica



Figura 41 – Equipamento da Kryotherm[www.kryotherm.com]

Tabela 5 – Catálogo Kryotherm

Referência	Corrente	Tensão	Potência térmica	Caudal máximo	Potência	Dimensões em mm			Peso
	(Amps)	(Volts)	(Watts)	(Watts)	(Watts)	comprimento	largura	altura	kg
60-24-AA	2.8	24	40	54	67	240	150.2	155	2.8
60-12-AA	9	12	46	60	108	240	150.2	155	2.8
120-24-AA	5.3	24	60	90	127	320	150.2	155	3.7
120-12-AA	15.2	12	60	90	182	320	150.2	155	3.7
180-24-AA	5.8	24	85	180	139	480	150.2	155	5.7
380-24-AA	10.4	24	210	380	250	252	200	210	6.4

Especificações válidas para $T_{amb}=27^{\circ}\text{C}$ e Voltagem nominal. Tolerância $\pm 10\%$



Figura 42 – Equipamento Dometic CA100 [www.dometic.com]

Características:

Tipo: Tejadilho

Capacidade de refrigeração: 1kW

Capacidade: 3400 Btu/h

Corrente máxima nominal: 2.3 A

Refrigerante: R134a

Dimensões (L x P x A): 690 x 565 x 199

Dimensões (abertura do tejadilho): 400-435 x 400-435

Peso: 22kg

Rittal



Figura 43 – Equipamento Rittal - SK air climatised roof

Tipo: Tejadilho

Capacidade de refrigeração: 1kW

Capacidade: 1650 Btu/h

Corrente máxima nominal: 2.9 A

Refrigerante: R134a (650 g)

Dimensões (L x P x A): 597 x 417 x 475

Dimensões (abertura do tejadilho): não definido

Peso: 40 kg

3.7.5 Fluido Frigorígeno

O fluido frigorígeno é simplesmente o refrigerante utilizado no ciclo térmico e que reversivelmente passa por uma mudança de fase de um gás a líquido. Este fluido é um dos importantes componentes do sistema de frio, pois como já referido em cima, faz a permuta de calor entre dois estados, possibilitando assim retirar calor a um ambiente e coloca-lo noutra por troca de calor entre superfícies que estão a uma temperatura inferior.

Os principais fatores para a realização da escolha de fluidos são a sua eficiência energética que é composto por GWP (Global Warming Potential) (Gases com efeito de estufa) e o ODP (Ozone Depletion Potencial) (Destruição da camada do ozono).

Para uma utilização compacta em instalações herméticas, o principal fluido a utilizar seria o R134a que veio a substituir o R12

Fluido R134a:

Fluido conhecido como Tetrafluoretileno ($\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$) da família dos HFC. Com a descoberta dos danos efetuados pelos refrigerantes CFC e HCFC na camada do ozono, os HFC foram a família utilizada para a substituição dos anteriores de maneira a prevenir a destruição da camada do ozono.

Este fluido é utilizado na substituição do anterior R12 da família dos CFCs. Por isso, a utilização do R134a é segura, pois não é tóxico, não é inflamável nem corrosivo.

Atualmente este tipo de refrigerante é utilizado em sistemas de ar condicionado para veículos automóveis. Na Tabela 6 é possível observar as características principais do fluido R134a e do R12

Quando efetuada a modificação do fluido R12 para R134a é necessário efetuar algumas alterações no projeto, nomeadamente no condensador e no evaporador, pois este não é 100% compatível com os lubrificantes de base mineral utilizados nas instalações com R12.

Tabela 6 – Propriedades do fluido R134a vs R12

Propriedades	R134a	R12
Fórmula molecular	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$	CCl_2F_2
Densidade a 0°C	4.25 kg/ m ³	5.54kg/m ³
Ponto de evaporação	-26.1°C	-29.8°C
Ponto de fusão	-103.3°C	-157.78°C
Solubilidade em água	0.11% a 25°C	286 mg/l
ODP	0	1
GWP	3200	7100
Tempo de vida	16 anos	120 anos
Código da cor do cilindro	Azul claro	Branco

3.7.6 Equipamento de frio - componentes

O ciclo que será utilizado será o ciclo real de compressão a vapor, que difere dos ciclos ideais devido às irreversibilidades do processo. Na Figura 44 e Figura 45 são apresentados o diagrama T-S (Temperatura – Entropia) de um ciclo de frio e o seu esquema geral.

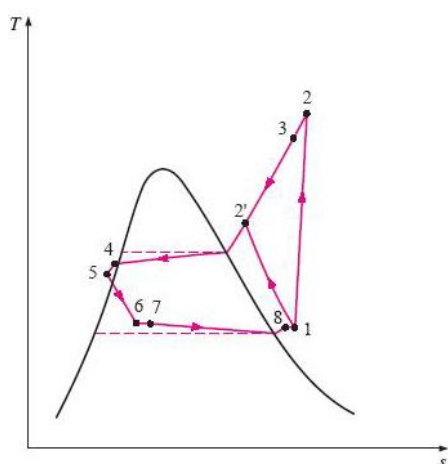


Figura 44 – Diagrama T-S

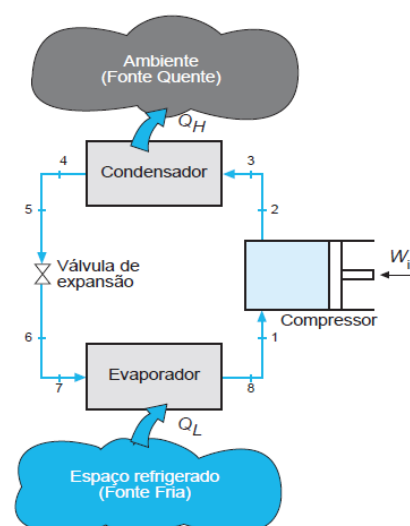


Figura 45 – Esquema genérico

As principais alterações que ocorrem no processo podem ser descritas como:

- O fluido frigorigéno que abandona o evaporador e entra no compressor poderá não estar no estado de vapor saturado, já que não é possível controlar precisamente o estado fluido. Esta consequência deve-se em grande parte ao processo de transferência de calor entre o fluido frigorigéno e o ambiente. Para suprimir isto, ditam as regras da indústria que o sistema seja projetado para que o fluido, à entrada do compressor, se encontre sobreaquecido;
- O processo de compressão real envolve efeitos de atrito, assim a entropia é reduzida dependendo do sentido da transferência de calor do processo;
- O processo de condensação poderá não ser completo devido a algumas perdas de pressão que podem induzir uma ausência do estado líquido saturado como seria desejável, e por isso torna-se adequado o sub arrefecimento do fluido antes da passagem pela válvula de expansão.

Desta forma, o objetivo de um ciclo de refrigeração é a remoção de calor de um ambiente a ser refrigerado, sendo o seu COP – Coeficiente de Performance, definido como o quociente entre o calor retirado ao sistema (Q_r) e o trabalho fornecido pelo compressor (W_c):

$$COP = \frac{Q_r}{W_c} \quad (3)$$

Compressor:

O compressor (Figura 46) é o componente destinado a aumentar a pressão através da compressão do fluido frigorigéno na forma de vapor. Para além do aumento de pressão induzido, também é aumentada a sua temperatura até um valor suficientemente elevado para que, na etapa seguinte, possa ser condensado por outro fluido a uma temperatura francamente inferior.



Figura 46 – Exemplos de compressores utilizados em ciclos frigoríficos

Existem vários tipos de compressores utilizados nos equipamentos de refrigeração, que utilizam diversos fluidos bastante específicos. Assim podem ser divididos consoante a sua tipologia em várias categorias:

- Volumétrico ou de deslocamento positivo: rotativos, alternativos, de parafuso, scroll, swing.
- Rotor dinâmico ou de deslocamento cinético: centrífugos e axiais.
- Em relação ao tipo de atravancamento e acesso interior, podem ser divididos em:
- Abertos: compressor separado do motor sendo a transmissão usualmente efetuada por correias;
- Semi-herméticos: compressor acoplado por um motor elétrico, estando ambos encerrados numa cápsula metálica.
- Herméticos: compressor acoplado ao motor elétrico, estando os mesmos encerrados num invólucro metálico

Existe também uma denominação que é utilizada consoante os tipos de aplicação.

- LBP – Low Back Pressure – Temperatura inferior de evaporação
- MBP – Medium Back Pressure – Temperatura média de evaporação
- HBP – High Back Pressure – Temperatura alta de evaporação

Seguidamente, na Tabela 7 está indicada a temperatura de evaporação utilizada em cada tipo, assim como um exemplo de aplicação.

Tabela 7 - Tabela de classificação do tipo de utilização

Classificação	Temperatura de Evaporação	Exemplo de Aplicação
LBP	-35°C a -10°C	Frigoríficos e Arcas
MBP	-35°C a -5°C	Balcões Comerciais
HBP	-5°C a +15°C	Desumidificadores

Evaporador:

Este componente, como é possível observar na Figura 47, é um permutador de calor que arrefece um fluido exterior a uma temperatura constante. Este arrefecimento dá-se através da troca de calor entre o fluido exterior e o fluido refrigerante.



Figura 47 – Exemplo de evaporador convencional

Em termos gerais existem dois tipos de evaporadores: os secos, onde todo o líquido que nele entra sai nas condições de vapor, e os inundados, onde existe uma quantidade controlada de líquido.

Condensador



Figura 48 – Exemplo de condensador frigorífico

O equipamento apresentado na Figura 48, destina-se a trocar calor com o exterior depois do fluido ser comprimido e estar no estado gasoso. Durante este processo de transferência de calor, o fluido perde energia, o que leva à sua condensação. Normalmente os fluidos externos mais utilizados para o arrefecimento do condensador são ar e água.

3.7.7 Solução escolhida

Após a análise dos equipamentos, foi possível tomar a decisão que o equipamento que mais se adaptava às condições por nós definidas, mas que também possuía uma geometria não muito diferente da pretendida, foi o equipamento da marca RITTAL.

Efetuada uma pesquisa sobre o tipo de produtos na qual a RITTAL se insere no mercado, é possível perceber que esta empresa alemã possui um extenso catálogo sobre equipamentos relacionados com bastidores de telecomunicações. Todos os seus produtos estão relacionados com este mercado, por isso seria fácil de entender o porquê de esta empresa já possuir a solução por nós procurada.

3.8 Análise Térmica

3.8.1 Isolamento escolhido

3.8.2 Cálculos térmicos (cargas térmicas associadas à envolvente)

Seguidamente, serão calculadas as cargas térmicas associadas à envolvente, mas não serão contabilizados as cargas relacionadas com a radiação solar. Isto deve-se por um lado, à sua complexidade e, por outro, à inexistência dos valores de radiação, no local. Acresce a impossibilidade de se ter uma localização exata dos equipamentos, pois varia de lugar para lugar, significando que nem todos os armários estejam expostos a radiação solar.

Tabela 8 – Condutividade

Condutividade k			Espessuras		
Material A	Chapa	53,9	W/(m.K)	1,50E-03	m
Material B	Acústico (verde)	4,01E-02	W/(m.K)	5,00E-03	m
Material C	Térmico (preto)	0,03745	W/(m.K)	1,00E-02	m

Através dos valores referidos na Tabela 8, e utilizando as seguintes equações é possível calcular a resistência condutiva (R_{cd}):

$$R_{cd} = \frac{L}{k \times A} \quad (4)$$

Onde:

L – Espessura do Material

k – condutividade do material

A – Área

Tabela 9 – Resistência condutiva

Resistência condutiva			
Material A:	6,17E-06	m2.K/W	
Material B:	0,027647	m2.K/W	
Material C:	0,059207	m2.K/W	
Total	0,08686	m2.K/W	

- Convecção:

Tabela 10 – Coeficiente de convecção

Convecção h		
Ar:	10	W/m2.K

Através do valor da convecção do ar e da equação seguinte, é possível determinar a resistência convectiva (R_{cv}):

$$R_{cv} = \frac{1}{h_{cv} \times A} \quad (5)$$

Onde

h_{cv} – Convecção do ar

A – Área

Tabela 11 – Resistência convectiva

Resistência convectiva		
Interior:	0.022173	m ² .K/W
Exterior:	0.022173	m ² .K/W
Total	0.044346	m².K/W

Na Tabela 11 o valor da resistência convectiva interior e exterior é aproximadamente igual, visto que o coeficiente de convecção do ar é o mesmo e a área é aproximadamente igual.

Após o cálculo destes fatores é necessário calcular o coeficiente global de transferência de calor (U), sendo por isso necessário achar a resistência total (R_t):

$$R_t = \sum \text{resistências} \quad (6)$$

$$R_t = R_{cd} + R_{cv} \quad (7)$$

Assim, utilizando as equações anteriores é possível chegar a um valor aproximado de 0.109 m².K/W

Através da fórmula da transferência de calor global (U) em que a equação é

$$U = \frac{1}{R_t \times A} \quad (8)$$

podemos chegar a um valor total de 1.68.99 W/m².K que será utilizado para o cálculo final do fluxo de calor que é representado através da seguinte equação:

$$Q = U \times A \times \Delta T \quad (9)$$

Utilizando os valores anteriormente calculados é possível chegar a um valor de apenas 91,91 W para o seu fluxo de calor.

Todos os cálculos foram efetuados numa folha de Excel onde também estão assinaladas as equações utilizadas.

3.9 Análise Acústica

3.9.1 Introdução

Para uma melhor compreensão da parte acústica, é necessário definir alguns conceitos básicos para depois passarmos à discussão propriamente dita:

Som:

O som é o movimento que uma onda produz, quando uma fonte sonora oscila as partículas de ar mais próximas. Este movimento transmite-se gradualmente às partículas de ar, cada vez mais afastadas, criando um efeito de “dominó”. Por exemplo no ar a velocidade do som é aproximadamente 340m/s, na água é de 150 m/s e no aço 500m/s.

O ruído e os tons:

O conceito de ruído é normalmente associado a um som indesejável. O som pode ser um tom puro e simples, mas normalmente este contém vários tipos de tons, com frequências e intensidades diferentes. Assim, a perturbação causada por um som não depende apenas do nível em que foi emitido mas também na frequência a que este atua.

Comparando então uma frequência elevada com uma frequência baixa, conclui-se que a elevada frequência é bastante mais perigosa do que a baixa.

Comparando agora os tons, para um mesmo nível sonoro, os tons puros perturbam mais do que um som complexo composto por vários tons.

Frequência [Hz]:

A frequência da onda sonora é expressa em Hertz, sendo esta o número de vibrações por segundo. O som possui uma alta gama de frequências, sendo que para as pessoas jovens a gama de frequência audível situa-se entre os 20 e 20 000Hz. As frequências de baixa gama produzem vibrações de ar lentas que por sua vez produzem sons graves, enquanto nas frequências de alta gama, os sons são bastante agudos visto que as partículas de ar vibram com maior velocidade.

Pressão sonora:

As oscilações mecânicas do som que provocam uma pressão alternativa sobreposta à pressão atmosférica são denominadas de pressão sonora

Nível de pressão sonora: Decibel [dB]:

No campo de audibilidade do homem, o domínio de pressão sonora vai desde 0.00002 N/m² até ao nível doloroso de 100 N/ m² (100 Pa).

Acústica do ambiente:

A denominação acústica do ambiente é aplicada a todas as características desse ambiente que tenham relação com a propagação do som. Ao referirmos que uma sala tem boa acústica significa que para a finalidade a que se destina, aquele ambiente reúne as condições de propagação sonora ideal. Por isso, uma sala pode ter uma boa acústica para uma finalidade e péssima acústica para outra, como é caso da diferença entre a acústica necessária a um teatro e a necessária a um estúdio de gravação.

Fenómenos acústicos básicos:

O som ao incidir sobre as superfícies, dependendo das características das superfícies, pode ser refletido, difratado ou absorvido.

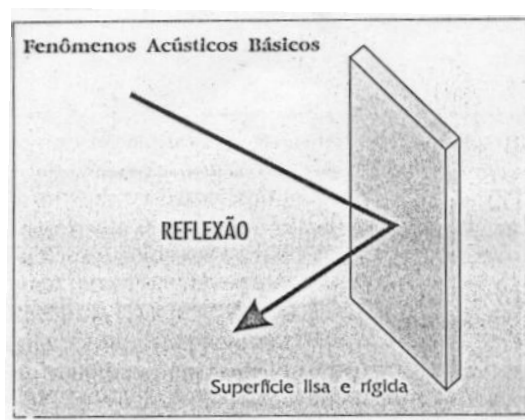
Reflexão:

Figura 49 – Fenómeno acústico de reflexão

As superfícies lisas, planas e rígidas refletem as ondas sonoras quase sem causar perdas, produzindo um efeito semelhante ao da luz refletida por um espelho. Nestas superfícies o ângulo de incidência da onda sonora é igual ao ângulo de reflexão e a energia acústica refletida deverá ser aproximadamente igual à energia acústica incidente.

Absorção:

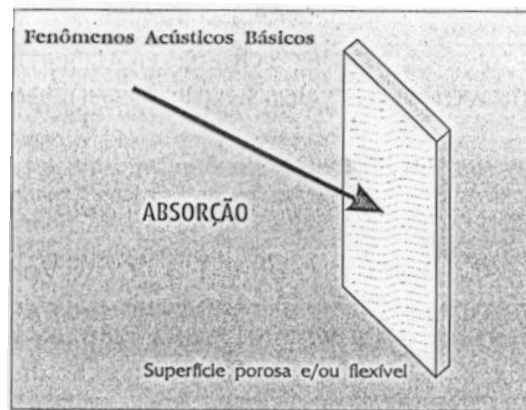


Figura 50 – Fenômeno acústico de absorção

As superfícies porosas apresentam a particularidade de absorver as ondas do som, efeito semelhante ao das superfícies pretas em relação à luz incidente. Também apresentam essas características de absorção do som, aquelas superfícies que “vibram” com o som, ou seja, as superfícies que apresentam uma determinada “ressonância mecânica” com aquela determinada frequência sonora.

Estas superfícies que vibram com a incidência de uma determinada frequência sonora estão a transformar a energia acústica em energia vibratória. Assim, quanto mais perfeita for a sua característica absorvedora, menor será a quantidade de energia que sobra para ser refletida ou difundida.

Difusão:

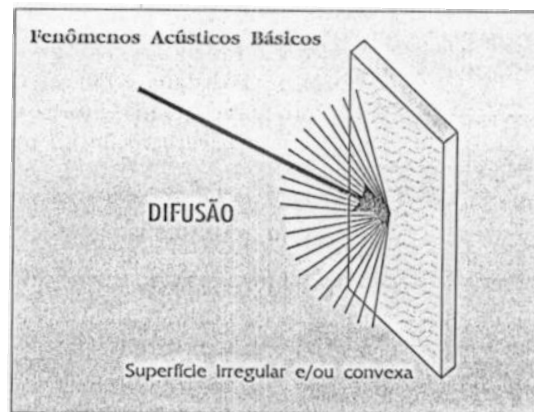


Figura 51 – Fenómeno acústico de difusão

As superfícies convexas ou irregulares apresentam a particularidade de refletir o som em várias direções, espalhando as ondas sonoras por todo o ambiente num efeito de dispersão ou difusão. É um efeito muito semelhante ao da luz iluminando uma parede branca fosca

Reverberação

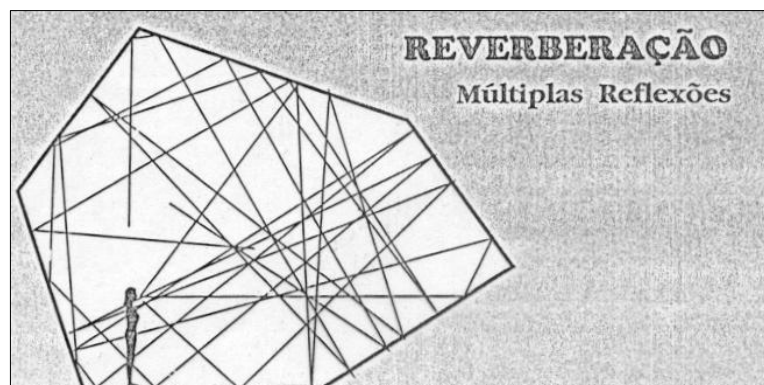


Figura 52 – Fenómeno acústico de reverberação

Um som refletido entre superfícies lisas e rígidas pode gerar um processo de reverberação. O som inicialmente emitido vai ser repetido até que o seu nível chegue a zero. Este som acaba por ser extinto, pois se não acontecessem perdas dessa energia, o nível de som após cada reverberação seria exatamente igual ao inicial o que iria causar um tempo de reverberação infinito.

As perdas, entretanto, reduzem a intensidade de cada um dos reflexos e assim determinam o tempo máximo de reverberação como sendo o intervalo entre o sinal original de intensidade sonora máximo até ao último sinal refletido próximo de zero.

É importante salientar que, embora cada som seja a cópia exata do anterior, apenas desfasado de alguns milissegundos, a impressão causada no ser Humano é de prolongamento, ou seja, o ser Humano não tem capacidade para separar diferentes sons que compõem o processo de reverberação e então imagina-os como um único som que se prolonga durante todo o tempo de reverberação

3.9.2 Medição do ruído:

Quando se pretende levar a efeito ações de limitação do ruído, ou quando se estabelece uma base de dados com a qual se poderá prevenir o ruído numa fábrica ainda na fase de projeto, as medições constituem um ponto de partida mais importante. Se não se fizerem, ou, se a partir delas não se fixarem alguns objetivos, é impossível decidir objetivamente se se deve ou não limitar o ruído e julgar da eficácia das ações consideradas.

O ruído apresenta diversas características e existe um grande número de técnicas utilizadas para efetuar a sua medição. O nível de pressão sonora lido num sonómetro não fornece sempre informações suficientes para se poder avaliar o perigo do ruído ou para servir de base a um programa de limitação do ruído.

Finalidade das medições:

Este tipo de medições poderá ter dois âmbitos diferentes: o âmbito industrial ou o âmbito doméstico. No caso em questão apenas serão consideradas as medições no âmbito doméstico visto que os equipamentos poderão ser inseridos em edifícios de habitação, como já foi referido.

Através do Decreto-Lei nº292/2000, de 14 de Novembro, o ruído sonoro em ambiente de habitação coletiva, não poderá ser superior 55dB (A) num período diurno e 45dB (A) num período noturno, enquanto numa zona mista os níveis de som aumentam para 65 dB (A) num período diurno e 55 dB (A) num período noturno.

3.9.3 Constantes de tempo:

Para efetuar as medições é necessário efetuar a escolha da constante de tempo conveniente, entrando em linha de conta com as características do ruído e também com as flutuações mais ou menos grandes ao longo do tempo.

A indicação da medição no instrumento, quer seja digital ou por agulha, possui uma certa inércia que não irá permitir acompanhar as variações rápidas.

Por outro lado, a visão humana poderá não acompanhar essas variações rápidas, sendo necessário dar uma indicação da medição ao instrumento que será voluntariamente amortecida.

Existem vários tipos de constantes do tempo (ou modo de amortecimento) normalizado:

- Lento – amortecimento importante e movimento de indicação da medição lento. A medição é integrada, aproximadamente, num segundo;
- Rápido – amortecimento fraco e movimento de indicação da medição mais rápido. A integração efetua-se, aproximadamente, em 125 milissegundos;
- Impulsão – constante de tempo extremamente curta na subida e muito longa na descida. Neste caso fornece-se um valor que representa bem a maneira como o ouvido aprecia um som de curta duração. Este valor dá mais uma indicação sobre o incómodo sentido, do que sobre o risco real do dano auditivo;
- Retenção pico – alguns sonómetros apresentam a possibilidade suplementar de medir o nível sonoro de um pico dum ruído de curta duração. Este dispositivo permite registar com precisão o valor de pico dum ruído cuja duração pode não exceder 50 microssegundos.

Quando se mede um ruído impulsivo, o sonómetro irá indicar valores diferentes conforme a constante de tempo utilizada (Figura 53). Então o valor lido será sempre inferior ao valor do pico.



Figura 53 – Sonómetro digital

Tabela 12 – Nível sonoro para várias constantes de tempo

Constante de tempo:	Nível sonoro dB (A)
Lento	93
Rápido	100
Impulsão	102
Pico Absoluto	127

3.9.4 Isolamento existente

Para obtermos boas prestações a nível de isolamento sonoro é necessário a utilização de um isolamento com uma espessura bastante alta na ordem dos 300mm, isto claro utilizando um isolamento acústico normal como por exemplo a lã de rocha ou a lã de vidro.

Devido a não possuímos grande espaço para a utilização de isolamentos de alto perfil, terá de ser utilizado um isolamento de baixo perfil e de alto rendimento.

Assim foi implementado um isolamento constituído por Poliuretano U – Aglomerado 150FR que possui não só características de isolamento acústico mas também de isolamento térmico com apenas 5 mm de espessura.

Apesar deste isolante não ser o melhor para o seu efeito, não será modificado, pois o principal problema surge nos equipamentos que estão a emitir mais barulho devido à má configuração dos mesmos (como já foi referido anteriormente), e por isso o ideal será modificar

a geometria de instalação de maneira a ser possível utilizar um isolamento com maior perfil de modo a melhorar as suas características.

3.10 Configurações do Armário

Com o evoluir do tempo, e com uma contínua atualização, o catálogo das configurações disponíveis deste equipamento foi evoluindo de maneira a poder cobrir uma grande parte de situações quando necessário a utilização de um equipamento de telecomunicações.

Seguidamente, apresentar-se-á as várias configurações e ou acessórios disponíveis sendo por isso indicada uma data para ser possível identificar as datas de modificação

No Anexo IV é possível observar o *flyer* de apresentação realizado em Abril de 2012.

3.11 Instalação experimental

Para a realização de todos os testes a nível de temperatura e sonorização foi fornecido um contentor de telecomunicações antigo, de modo a ser possível o controlo da temperatura interior. Serão realizados diversos testes para o mesmo tipo de ensaio.

Equipamento utilizado

Sonómetro

Como já foi referido, a medição objetiva do nível sonoro é indispensável a qualquer ambiente sob legislação. Existem bastantes fatores envolvidos na medição do nível de ruído, mas o principal é a utilização do sonómetro.

Assim, este aparelho permite medir o nível de pressão sonora num determinado espaço, sendo apresentados os valores na escala de decibéis (dB).

Este equipamento é composto por um microfone na secção de unidade de leitura, mas tudo isto varia no tipo de sonómetro utilizado, pois os mais complexos possuem mais componentes do que os sonómetros mais simples.

Onde colocar o sonómetro?

Dado que a legislação é bastante rigorosa, as medições devem ser feitas como por exemplo dentro das fronteiras da propriedade (por exemplo, uma fábrica) ou na propriedade da pessoa que se queixa do elevado nível sonoro. Vários aspetos terão de ter sido em conta, pois existem vários fatores que intervêm nas diferenças da captação do nível sonoro.

Os principais aspetos que devem ser tidos em conta são: colocação afastada de barreiras, a favor do vento, lugares com pouca humidade (seca), a 1.2 - 1.5 metros do solo.

Anemómetro

Este equipamento consiste num instrumento para efetuar a medição de velocidade do vento ou de outros fluidos com movimento.

Na maioria dos casos, este possui um cata-vento para indicar a direção do vento, sendo constituído por uma bandeira bem equilibrada que gira em torno da haste vertical. Esta bandeira tende a orientar-se ao longo das linhas de corrente do fluido e os seus movimentos são transmitidos por meios mecânicos ou elétricos a mostradores ou registadores para ser registado a direção do vento. O dispositivo que efetua o registo desses valores designa-se por anemógrafo.

Este tipo de dispositivos possui diversas classificações, que se baseiam no tipo do funcionamento do equipamento, que são: anemómetro de rotação, anemómetro de veleta e anemómetro de tubo de pressão



Figura 54 – Anemómetro tradicional



Figura 55 – Anemómetro digital

Sistema de medição de temperaturas

Para efetuarmos uma medição correta de temperaturas em diversos pontos no armário, ao longo de um determinado período de tempo, utilizou-se um autômato, permitindo realizar, posteriormente, uma análise dos valores.

Autômato:

O autômato utilizado foi o Siemens Simantic S7-1200, como está indicado na Figura 56 com um sistema adicional para leitura de sensores denominado de Siemens SM-1231 RTD (Anexo V).



Figura 56 – S7-1200 lado esquerdo e SM-1231 RTD lado direito

Este autômato irá fazer uma leitura em 8 sondas independentes e, por sua vez, irá memorizar as leituras num cartão de gravação de dados SD com um tamanho total de 16 MB, no qual será possível transferir, posteriormente, os dados para o computador.

Se for necessário uma análise das temperaturas *online* poderemos optar por uma de duas formas:

- Utilização de um cabo RJ45 que ao ser ligado do autômato ao computador é possível ter uma análise das temperaturas no momento através do *software* fornecido com a aquisição do autômato.

- O emparelhamento de um painel Simantic HMI KTP600 Basic Mono (Figura 57, Anexo VI), que consiste num painel *touch* onde é possível aceder ao menu do autómato programado anteriormente



Figura 57 – Simantic HMI KTP600 Basic mono

Assim, com a utilização destes dois equipamentos, foi possível a junção de ambos numa caixa em alumínio de maneira a facilitar a utilização e para proteger o equipamento de possíveis choques.

Na Figura 58 é possível observar o espeto exterior, já com o painel touch conectado e na Figura 59 está exposto o interior do equipamento apresentado anteriormente.



Figura 58 – Equipamento de aquisição e registo de temperaturas



Figura 59 - Equipamento de aquisição e registo de temperaturas - interior

Sensor de temperatura

Para efetuar uma medição da temperatura em vários pontos do armário, será necessária a utilização de sensores de temperatura. Os mais utilizados e também suportados pelo autómato em questão, são os termopares e as sondas PT100.

Em seguida, na Tabela 13 será comparado o termopar com o sensor PT100

Tabela 13 – Comparação entre Pt100 e Termopar

Vantagens das PT100 sobre os Termopares	Desvantagens das PT100 sobre os Termopares
Possui uma maior precisão dentro da faixa de utilização.	São mais caras.
Tem melhores características de estabilidade e repetibilidade.	Gama de temperatura menor.
Não existe limitação para distância de utilização com ligação adequada.	Maior deterioração caso ultrapasse altas temperaturas.

Dispensa o uso de fios e cabos de extensão e compensação para ligação, sendo apenas necessário fios de cobre comuns.	É necessário que todo o corpo do sensor esteja com uma temperatura estabilizada para a correta indicação.
Quando bem protegidos, permite a utilização em qualquer ambiente	Maior tempo de resposta face ao termopar.
Curva de resistência versus temperatura mais linear.	Mecanicamente mais frágil.
Menos influenciada por ruídos magnéticos.	Auto aquecimento, exigindo então instrumentação sofisticada.
	Em locais com muita vibração a sua instalação pode ser problemática.

3.11.2 Bancada de testes

Todos os testes serão realizados numa atmosfera controlada, nomeadamente a nível da temperatura e do ruído, daí que se utilize um contentor de telecomunicações que possui uma área útil de 12 m². Normalmente estes equipamentos possuem uma configuração exterior muito semelhante à imagem presente na Figura 60.



Figura 60 – Contentor de telecomunicações

O equipamento referido anteriormente é isolado, sendo o isolamento utilizado o poliuretano de alta densidade com uma condutividade térmica de 0.023 W/(m.K) . As placas de isolamento utilizadas não são todas da mesma espessura existindo então 60 e 80 mm.

Normalmente este tipo de equipamento contém algumas saídas e entradas de ar para o exterior de modo a utilizar a ventilação natural como forma de ventilar, mas como o objetivo principal seria obter determinadas características dentro do mesmo, foram vedadas todas as entradas e saídas para o exterior de maior área.

4. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Seguidamente irá ser enunciado todos os ensaios efetuados sendo também fornecidos os gráficos de resultados resultantes do ensaio.

4.1 Ensaio sonoro

Para a realização deste ensaio foi utilizado o sonómetro anteriormente indicado e foram medidas os valores numa atmosfera não ideal. É um local fechado e sem qualquer incidência de vento, com uma temperatura ambiente de 25°C. Os dados referentes à atmosfera presente no momento da medição serão evidenciados nos gráficos como “ambiente”.

Este ensaio consiste em efetuar medições do som, a um metro de distância e um metro de altura do solo, retirando filtros e isolantes acústicos utilizados no armário para conseguir perceber a implicação de cada um deles.

Os ensaios foram realizados com a ventilação no mínimo, sendo este valor relacionado com a temperatura ambiente, *versus* a ventilação no máximo que é limitada ao valor máximo vindo no seu catálogo. Seguidamente, é possível analisar no Gráfico 3 os resultados do ensaio.

Análise sonora de várias configurações

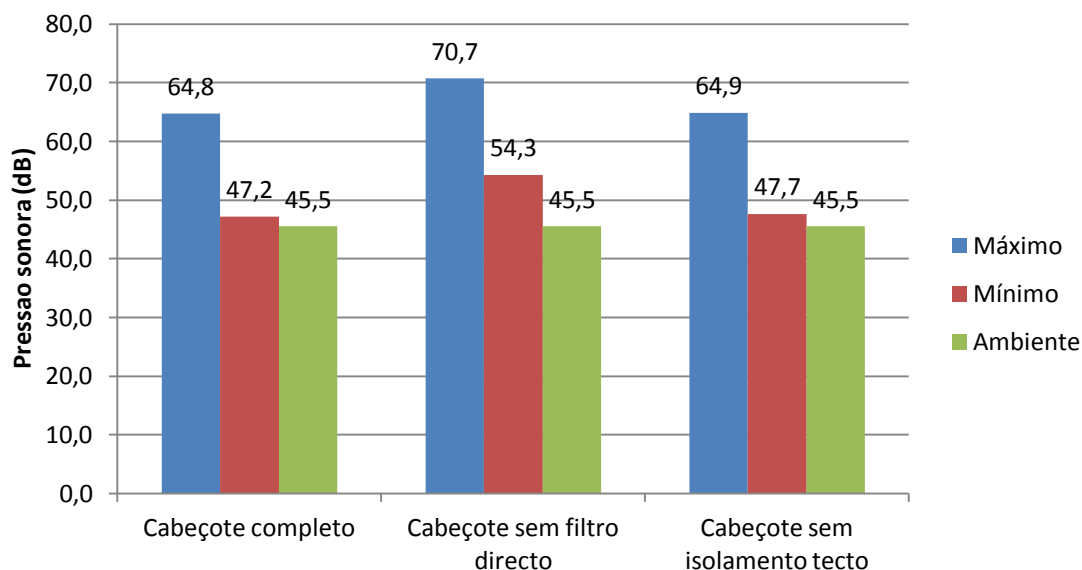


Gráfico 3 – Ensaio sonoro

4.2 Medições da velocidade do ar

Para a realização dos ensaios com o equipamento de medição de velocidade do ar, o local utilizado foi o mesmo onde foram realizados os ensaios sonoros onde a presença de deslocação de ar era mínima, ou seja, não havia qualquer registo do equipamento quando utilizado para medir no meio ambiente.

Este ensaio consiste na medição das entradas e saídas de ar conforme a utilização de filtros no seu interior, de maneira a que seja possível quantificar as perdas de velocidade do ar associados aos filtros utilizados.

Estes testes foram realizados apenas com a ventilação no máximo permitido por fábrica visto que, quando foi utilizado a velocidade mínima indicada no ensaio sonoro, não houve qualquer deslocação de ar significativa para haver um registo concreto desse mesmo valor. No Gráfico 4 é possível analisar os resultados dos ensaios.

Alterações de velocidades do ar em diversas situações

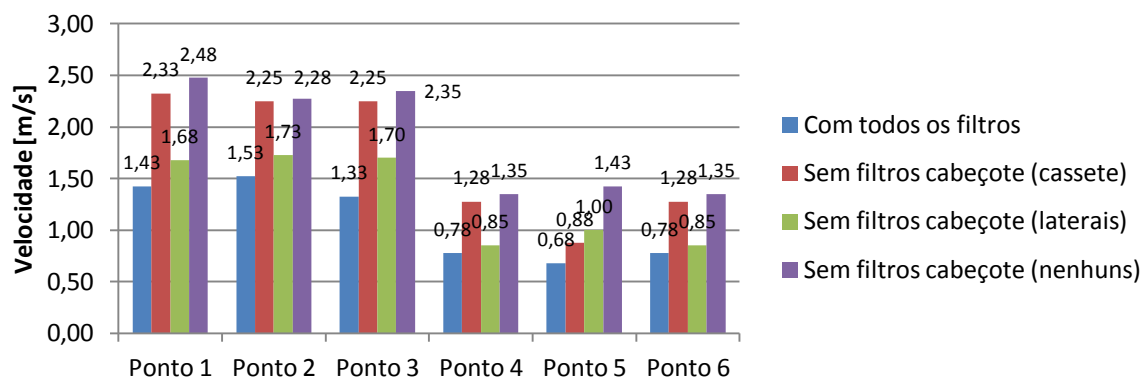


Gráfico 4 – Ensaio das saídas/entradas de ar

Os pontos indicados no gráfico anterior são referidos a sua localização na folha de *Excel* onde todos os valores estão indicados.

O objetivo deste ensaio foi perceber a influência dos filtros utilizados relacionando-os com o caudal de ar que é atravessado pelo armário no seu processo de ventilação.

4.3 Medição de temperaturas

Para a realização dos ensaios de temperatura, foi utilizado um ambiente controlado com uma variação reduzida de temperatura. Como já foi referido, os ensaios foram realizados num contentor de telecomunicações, devido a ser um espaço com bastante isolamento para o exterior o que permitirá uma ausência de variação de temperatura brusca.

O ensaio consistiu na dissipação de uma carga térmica fixa (com a utilização um aquecedor) durante um determinado período de tempo, com recurso apenas à ventilação presente no equipamento. Será contabilizada a mudança de temperatura do espaço devido à dissipação da carga térmica para o exterior.

Assim, foram realizados vários ensaios, cujos resultados estão presentes nos Gráfico 5 e Gráfico 6. A legenda, indica-nos os números das sondas que serão, seguidamente, identificadas na Tabela 14.

Tabela 14 – Identificação das sondas de temperatura do ensaio.

Sonda 1	Temperatura ambiente
Sonda 2	Próxima da sonda que regula a velocidade de ventilação
Sonda 3	Parte superior do armário junto ao <i>outlet</i> do ventilador
Sonda 4	Zona das baterias
Sonda 5	Porta esquerda, parte central
Sonda 6	Porta direita, parte central
Sonda 7	Porta direita, parte superior
Sonda 8	Porta esquerda, parte superior

Ensaio nº1:

Temperaturas das sondas

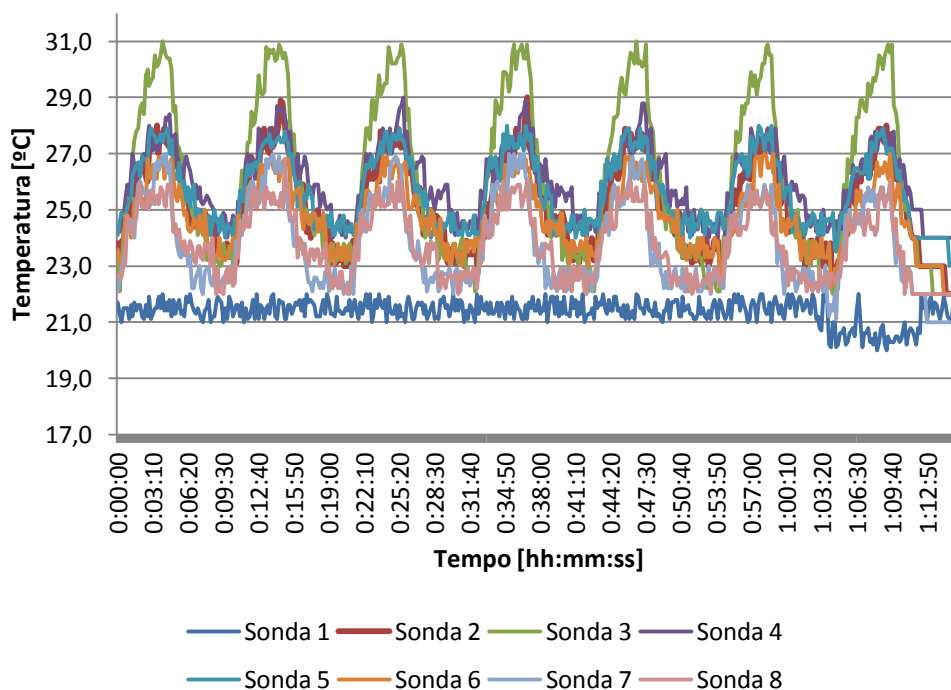


Gráfico 5 – Ensaio número 1

Para a realização do ensaio anterior foi utilizado um termo ventilador (no meio doméstico), com a potência de 1800 a 2100W, que foi posto um *setpoint* no ventilador a meio da sua potência máxima. Este termo ventilador possui uma sonda de temperatura para desligar a resistência quando atingir uma determinada temperatura.

Assim, com este ensaio foi possível perceber que o ciclo de arrefecimento do equipamento através de ventilação, tem uma duração de cerca de 6 minutos. A contagem foi obtida após o armário atingir a temperatura máxima interna (31°C). Esta temperatura não acarreta qualquer anomalia no funcionamento do equipamento.

Ensaio nº2

Neste segundo ensaio foi utilizado o mesmo termo ventilador, mas neste caso, foi retirado a sua sonda implicando assim um funcionamento contínuo.

Temperaturas das sondas

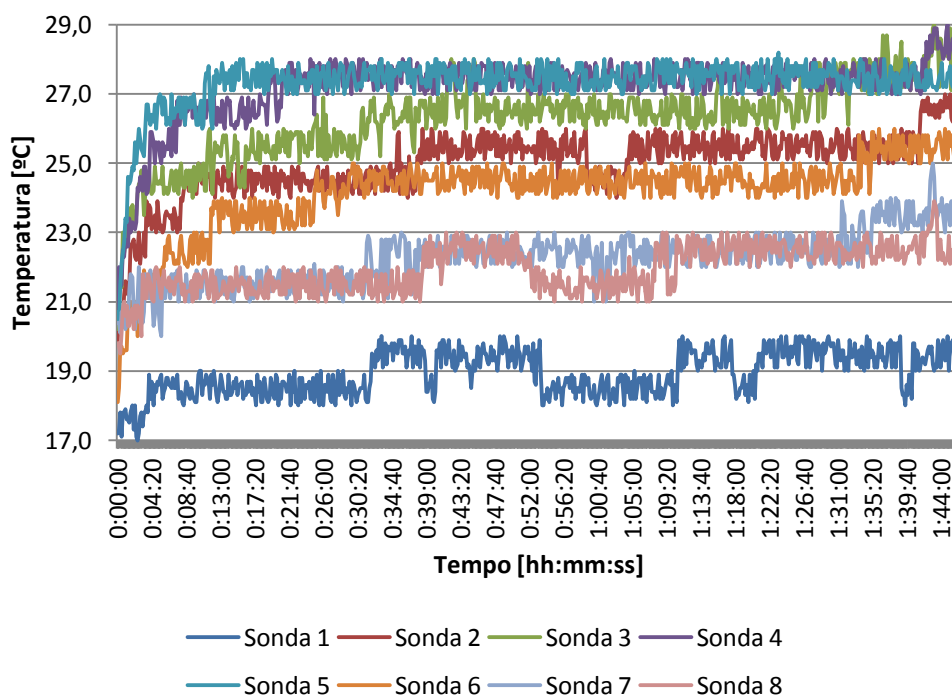


Gráfico 6 – Ensaio número 2

No segundo ensaio, foi possível testar o sistema de ventilação para uma carga térmica aplicada de modo constante, sem haver qualquer tipo de quebra na dissipação de calor. Assim como no ensaio anterior foi possível determinar que a temperatura máxima presente do armário

estava compreendida entre os 27°C e 30°C em determinados pontos, que não terá qualquer influência no funcionamento do equipamento presente no seu interior.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS E TRABALHOS FUTUROS

5.1 Análise de resultados

Após a realização da parte experimental e da compilação dos resultados obtidos, foi possível obter algumas conclusões relacionadas com os ensaios, nomeadamente alguns aspetos que poderão ser alterados e também outros que não serão possível alterar. Seguidamente é apresentada a análise de resultados resultante do Gráfico 3 que está relacionada com a parte acústica:

Acústica:

- O isolamento acústico colocado no teto não tem qualquer influência, pois os valores presentes na configuração normal e sem isolamento acústico são bastante semelhantes;
- O principal isolamento acústico é feito quando é inserida a cassette que funciona como filtro de poeiras.

Passando para o ensaio do anemómetro, onde foram medidas as velocidades de entrada e saída do ar, através do Gráfico 4 é possível tirar as seguintes conclusões:

- O grande fator que implica uma diminuição da velocidade de saída e entrada de ar no armário é o filtro de cassette;
- A contribuição do filtro lateral para a entrada ou saída de ar é bastante reduzida, o que não tem qualquer significado propor uma alteração neste componente do sistema;
- Para um melhor rendimento será necessária a alteração deste filtro de cassette, visto que a geometria do mesmo não é adequado, assim como o seu posicionamento em relação aos ventiladores.

No caso do ensaio número 1, é possível observar que o termoventilador demora cerca de 4 minutos em média a atingir o valor de 31°C e depois a ventilação demora cerca de 5 minutos a dissipar a carga térmica até chegar à temperatura inicial

No caso do ensaio número 2 o gráfico é inconstante o que apenas conseguimos concluir que a partir dos 15 minutos de ensaio a temperatura mantém-se constante em geral, existem variações que podem ser originadas não só pela aquisição de dados mas também devido a um possível dano das sondas.

5.2 Trabalhos Futuros

Para um trabalho futuro, deveria ser utilizado um novo algoritmo em que o equipamento de aquisição e registo de temperaturas possa fazer o correto registo de todas as temperaturas com a exatidão de pelo menos até as décimas de grau, para que seja possível uma maior exatidão na realização destes ensaios.

Para uma maior exatidão da utilização da carga térmica seria necessário o uso de cargas térmicas cujos valores sejam os necessários para a realização do teste, ou seja, em vez da utilização de um termoventilador, dever-se-ia utilizar uma resistência, como por exemplo de um forno, de 2000W em vez da utilizada que variava entre 1800 e 2100W

Outra das principais tarefas a realizar, seria a implementação do equipamento (o armário), de maneira a que possa ser utilizado num ambiente de altas temperaturas, e de difícil acesso nomeadamente a utilização em países subdesenvolvidos como por exemplo Angola e Moçambique.

Neste tipo de situações, uma vez que a eletricidade nem sempre chega todos os locais, seria necessária a utilização de um sistema acoplado de produção de energia elétrica, e de armazenamento.

Assim, seria necessário desenvolver um sistema de produção de energia elétrica que teria como base um sistema de painéis solares, um gerador eólico e também um gerador elétrico alimentado por gasóleo.

Para efetuarmos um armazenamento dessa energia elétrica utilizaremos baterias de modo a que nunca possamos ficar com o equipamento elétrico em modo “offline”, sendo apoiado pelo sistema de produção de energia elétrica.

Inicialmente foi criado um esboço de uma versão bastante grosseira do sistema em que seria utilizado um contentor marítimo de 20 pés (6 metros) onde será incluído, no seu interior, todo o material referenciado anteriormente. Na Figura 61 está representado o esboço deste tipo de versão.

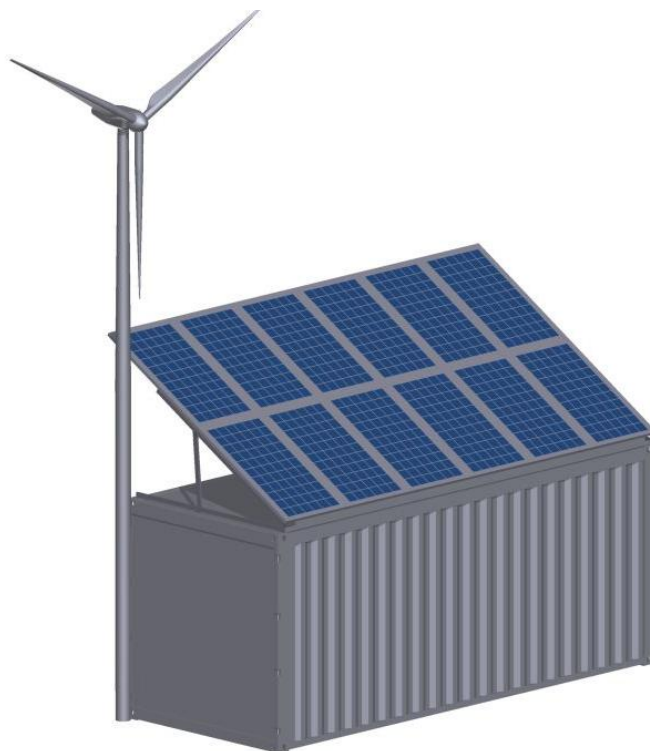


Figura 61 – All-in-One versão de estudo

Foi também criada uma versão Premium para o mesmo equipamento que irá funcionar através de módulos, em que o comprador irá escolher apenas os módulos que lhe interessem, sem ser necessária a implementação de todo o equipamento, mas também permite uma disposição diferente, e, se necessário, um aumento do espaço para equipamento.

Na Figura 62 é possível observar os 3 módulos possíveis de instalação, sendo visível o interior do módulo onde será implementado o armazenamento do sistema de baterias utilizado.

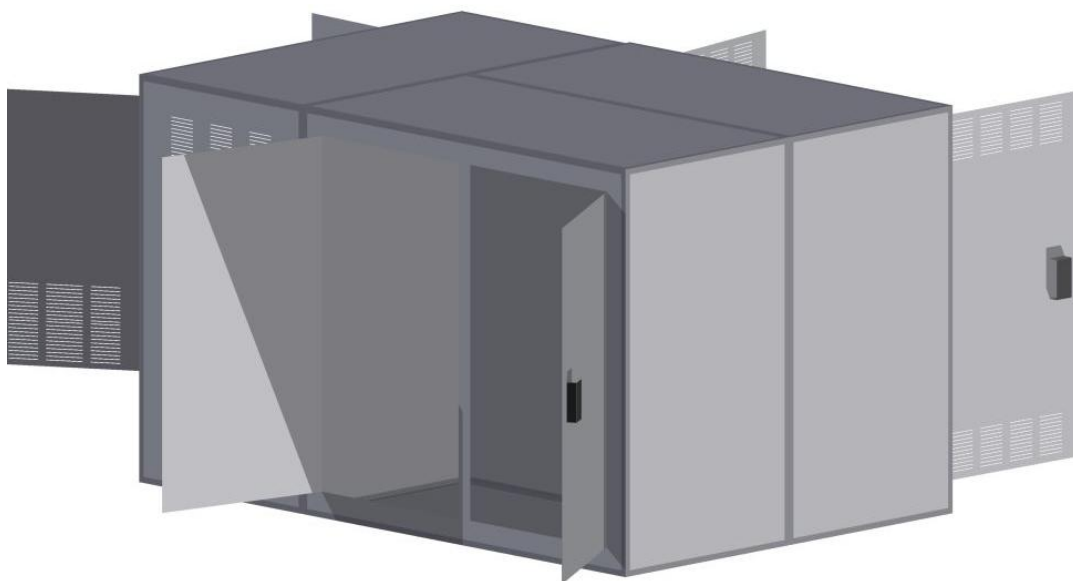


Figura 62 - All-in-One versão Premium módulo de baterias

Na Figura 63 é possível observar os módulos onde ficará alojado o gerador elétrico e o sistema de telecomunicações, sendo o módulo que aparece do lado direito da figura o módulo do gerador elétrico e o módulo da esquerda será o módulo onde serão albergadas as telecomunicações.

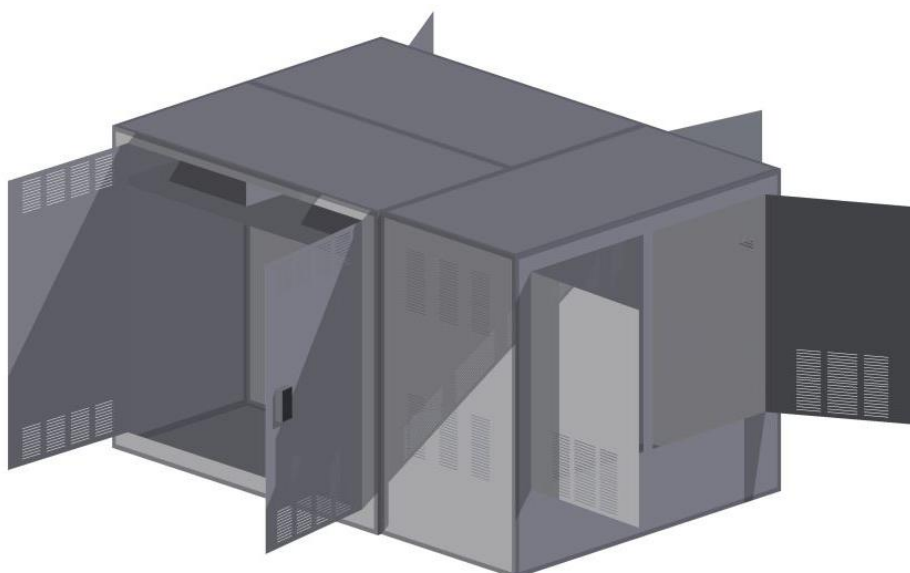


Figura 63 - All-in-One versão Premium módulos de telecomunicações e gerador

Depois do desenvolvimento do equipamento exterior, será desenvolvido também o sistema de ventilação e o sistema de frio, pois terá de haver ambos os sistemas devido a alguns componentes do equipamento total perderem grande parte das características com o aumento da temperatura.

O sistema de controlo do equipamento incluirá um sistema de medição de temperaturas que terá por base o sistema de medição e registo de temperaturas desenvolvido anteriormente.

Bibliografia

1. <http://www.redes.xl.pt/104/500.shtml>
2. www.rittal.de
3. <http://portuguese.alibaba.com/product-gs/outdoor-stainless-steel-cabinet-425900564.html>
4. <http://www.tongyong.com.my/manufacture.asp>
5. <http://www.solostocks.com.br/venda-produtos/telecomunicacoes/acessorios-telefonica/armario-outdoor-para-instalacao-em-poste-464660>
6. <http://www.ikea.com/pt/pt/catalog/products/50213141/#/50213141>
7. <http://tsht01sintra.blogspot.com/2009/10/indices-de-proteccao-ip.html>
8. http://www.policabos.pt/fotos/editor2/IP_CLASSES_PROTECCAO.pdf
9. http://pt.wikipedia.org/wiki/Transfer%C3%A2ncia_de_calor#Formas_de_propaga%C3%A7%C3%A3o_do_calor
10. http://www2.electronicproducts.com/Understanding_ratings_for_thermoelectric_coolers-article-teca-may2007-html.aspx
11. <http://www.dometic.com/enie/International/Site/Caravan/AirConditioners-Ventilators/product/?productdataid=83879>
12. <http://www.kryotherm.ru/index.phtml?tid=69>
13. http://pt.wikipedia.org/wiki/Ciclo_de_refrigera%C3%A7%C3%A3o
14. <http://pt.wikipedia.org/wiki/Termopar>
15. <http://www.ebmpapst.com>
16. <http://www.ackumulatorbatteri.se/produkter/blybatterier/5C771DEB62A24CF28018AA0CB12D7FF6>
17. http://www.norsonic.com/uploads/kundefiler/Nor130/130_Both.jpg
18. <http://esec.pt/~pcarvalho/sonometros.html>
19. [http://www.infopedia.pt/\\$anemometro](http://www.infopedia.pt/$anemometro)
20. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>
21. <http://www.fiamm.com/energy-oasis.php?s=2859>
22. <http://www.grupoflexicel.com/pagina.php?id=125&lang=pt>
23. <http://www.refrigeracao.net/Topicos/r134.htm>
24. <http://www.airconditioning-systems.com/R134a.html>

25. <http://www.fonoesaude.org/limites.htm>
26. Decretos de lei nº292/2000, de 14 de Novembro
27. <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA22cAl/refrigeracao-industrial>
28. <http://www.automation.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/operator-interfaces/basic-panel/simatic-hmi-ktp600-basic-mono/Pages/Default.aspx>
29. <http://www.automation.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/operator-interfaces/basic-panel/pages/default.aspx>
30. http://www.novus.com.br/downloads/Arquivos/folheto_pt100.pdf
31. <http://www.picotech.com/applications/pt100.html>
32. <http://pt.wikipedia.org/wiki/R134A>
33. <http://pt.wikipedia.org/wiki/Diclorodifluorometano>
34. http://www.termopares.com.br/teoria_sensores_temperatura_termoresistencia_pt100_termoresvantag/
35. www.Siemens.com
36. <http://www.peltier.com.br/faqs.htm>
37. <http://www.kryotherm.ru/porto.phtml>
38. <http://www.hardware.com.br/comunidade/plastilha-possam/1124312/>
39. <http://www.termopares.com.br/termoresrecomen/index.asp>
40. <https://eb.automation.siemens.com/goos/catalog/Pages/ProductData.aspx?catalogRegion=WW&language=en&nodeid=10050058&tree=CatalogTree®ionUrl=/#activetab=product&>
41. <http://www.automation.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/operator-interfaces/basic-panel/simatic-hmi-ktp600-basic-mono/pages/default.aspx#Technical%20data>
42. <http://www.anacom.pt/>
43. http://www.dcc.fc.up.pt/~mrodrigues/teaching/wn1011/wn0708_module22.pdf
44. <http://www.bormidabatterie.it/documenti/FIAMM/FG%2021201.pdf>
45. Sebenta de Transferência de Calor do Professor José Carlos Teixeira, Universidade do Minho 2009

Anexos

Anexo I. – Índice de proteção

IP – índice de proteção para equipamentos elétricos, segundo a norma EN 60529

O índice de proteção é expresso por dois algarismos, sendo composto e identificado da seguinte maneira:

Tabela 15 – Índice de proteção para equipamentos elétricos

1º Algarismo: Este determina o grau de proteção dos equipamentos quanto a objetos sólidos e pessoas	2º Algarismo: Este determina o grau de proteção dos equipamentos quanto à entrada de água
0 - Não Protegido	0 – Não protegido
1 – Protegido contra objetos sólidos com diâmetro maior que 50 mm	1 – Protegido contra quedas verticais de gotas de água
2 – Protegido contra objetos sólidos com diâmetro maior que 12 mm	2 – Protegido contra quedas verticais de gotas de água (chuva) para uma inclinação máxima de 15°
3 – Protegido contra objetos sólidos com diâmetro maior que 2,5 mm	3 – Protegido contra água em gotas de um ângulo de +/- 60°
4 – Protegido contra objetos sólidos com diâmetro maior que 1 mm	4 – Protegido contra projeções de água
5 – Protegido contra poeira	5 – Protegido contra jatos de água
6 – Totalmente protegido contra a poeira	6 – Protegido contra ondas do mar ou jatos potentes
	7 – Protegido contra imersão
	8 – Protegido contra submersão

Vários fatores como vedação, material de construção, resistência são tidos em conta na determinação desta classificação. Como pode ser observado, existe um grande número de combinações de classificações, com o intuito de exprimir o grau de proteção desejado.

Anexo II. Ventilador: R1G190-AC11-52

R1G190-AC11-52

EC centrifugal fan

backward curved, single inlet

Technical features

Leakage current	<= 0,25 mA
Size	190 mm
Operation mode	S1
Mounting position	Any
EMC interference emission	Acc. to EN 61000-6-3
EMC interference immunity	Acc. to EN 61000-6-2
Direction of rotation	Clockwise, seen on rotor
Insulation class	"B"
Cable exit	Variable
Condensate discharge holes	None
Bearing-motor	Ball bearing
Mass	1.3 kg
Material of impeller	PA plastic 6.6, fiberglass-reinforced
Motor protection	Reverse polarity and locked-rotor protection
Product conforming to standard	EN 60950-1
Surface of rotor	Coated in black
Number of blades	7
Type of protection	IP 42
Technical features	Control input 0-10 VDC / PWM, tach output
Approval	CCC; CSA C22.2 Nr.77; UL 1004

R1G190-AC11-52

EC centrifugal fan

backward curved, single inlet

ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. KG
 Bachmühle 2
 74673 Mulfingen
 Phone: +49 7938 81-0
 Fax: +49 7938 81-110
www.ebmpapst.com
info1@de.ebmpapst.com

Nominal data

Type	R1G190-AC11-52	
Motor	M1G074-BF	
Nominal voltage	[VDC]	48
Nominal voltage range	[VDC]	36 .. 57
Type of data definition		rfa
Speed	[min ⁻¹]	3200
Power input	[W]	71
Current draw	[A]	1.65
Min. ambient temperature	[°C]	- 25
Max. ambient temperature	[°C]	+ 60
Air flow	[m ³ /h]	545
Back pressure	[Pa]	0
Sound pressure level	[dB(A)]	68

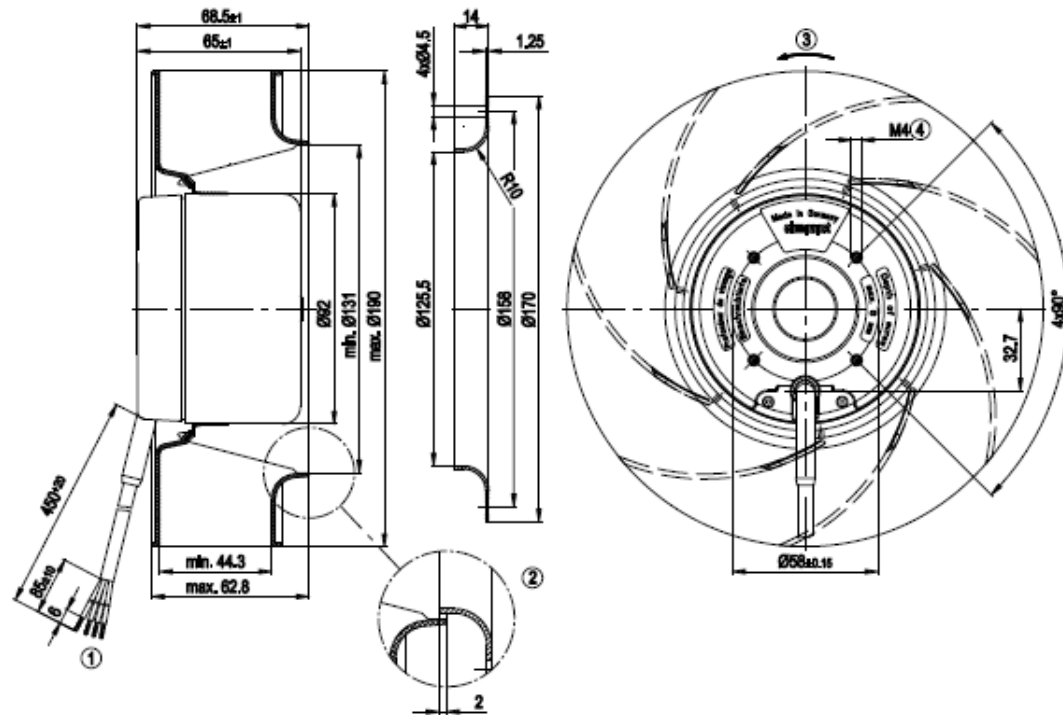
ml = max. load - me = max. efficiency - rfa = running at free air - cs = customer specs - cu = customer unit
 Subject to alterations

R1G190-AC11-52

EC centrifugal fan

backward curved, single inlet

Product drawing



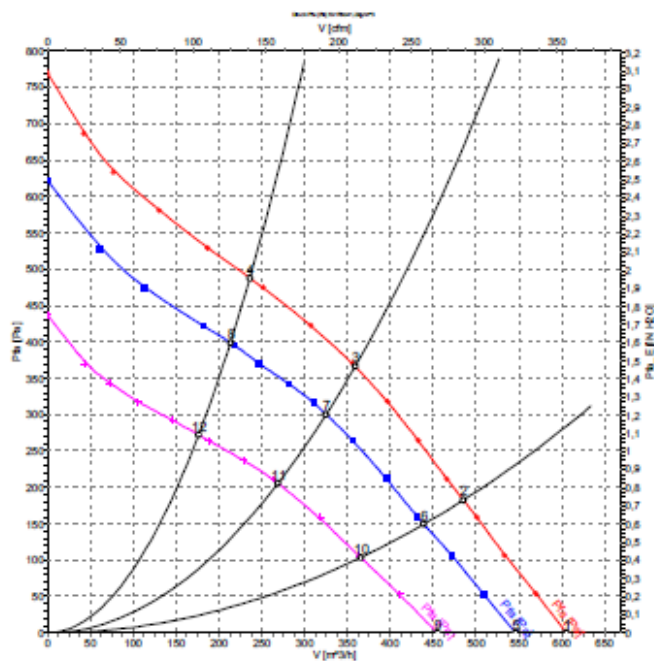
- | | |
|---|--|
| 1 | Connection line AWG20, 4x brass lead tips crimped |
| 2 | Accessory part: Inlet nozzle 09576-2-4013 not included in delivery |
| 3 | Direction of rotation clockwise, seen on rotor |
| 4 | Depth of screw max. 6 mm, tightening torque 2.5±0.2 Nm |

R1G190-AC11-52

EC centrifugal fan

backward curved, single inlet

Charts: Air flow



Measured values

	U	n	P ₁	I	\dot{V}	P _{st}
	[V]	[min ⁻¹]	[W]	[A]	[m³/h]	[Pa]
1	57	3560	96	1.89	605	0
2	57	3485	99	1.96	485	183
3	57	3545	96	1.89	360	367
4	57	3610	93	1.84	235	488
5	48	3200	71	1.65	545	0
6	48	3145	74	1.71	440	149
7	48	3200	72	1.67	325	300
8	48	3245	69	1.61	215	399
9	36	2670	42	1.30	455	0
10	36	2615	44	1.36	365	103
11	36	2655	42	1.31	270	206
12	36	2700	41	1.28	175	272

Anexo III. Bateria: FG 21201

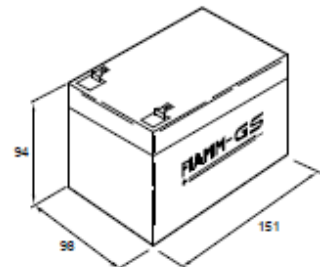
TECHNICAL DATA SHEET OF FG 21201 / FG 21202

FIAMM-GS

Performance Specification for battery type FG 21201 / FG 21202

Nominal Voltage	12 Volts
Nominal Capacity	at 20 hour rate (800 mA to 10,5 Volts) 12,0 Ah
	at 10 hour rate (1,1 A to 10,5 Volts) 11,0 Ah
	at 5 hour rate (1,98 A to 10,2 Volts) 9,9 Ah
	at 1 hour rate (7,0 A to 9,0 Volts) 7,0 Ah
Dimension (mm)	Length=151, Width=98, Height=94
Approximate weight	4,2 kg
Energy Density	103,5 Wh/l
Specific Energy	34,2 Wh/kg
Internal Resistance (Fully charged battery)	14 m Ω
Maximum discharge current in 1 minute discharge	72 A
Maximum discharge current in 5 seconds discharge	180 A
Recommended charging tension (temperature=20°C)	floating use: 13,5-13,8 V
	cyclic use: 14,4-15,0 V
Thermal compensation factor	floating use: -18mV/°C
	cyclic use: -30mV/°C
Maximum charging current	3,6 A
Terminals	Flat lug type 6,3 mm
Vibration Test (2000 cycles/minute, 2,55 mm excursion, 2 hours)	No loss in capacity or performance
Shelf life - % of nominal capacity at 20°C	
1 month	97%
3 months	91%
6 months	83%
Storage temperature	-20°C to 40°C
Operative temperature Range	
Charge	0° C to 40°C
Discharge	-20°C to 50°C
Case material	Acrylonitrile-Butadiene-Styrene
	Standard: According to UL-94 HB
	Also available according to UL-94 V0
Life expectancy (Stand-by)	3 to 5 years according Eurobat standards

Battery dimensions (mm)



Terminal type

FG 21201



FG 21202



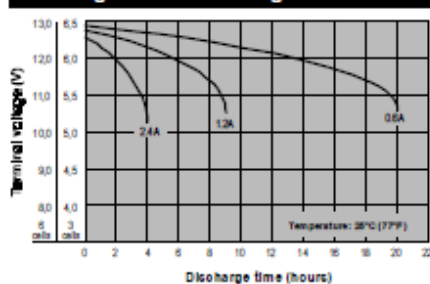
Constant Power Discharge Table (Watt)

Time	5'	10'	15'	20'	30'	45'	1h	2h	3h	5h	10h	20h
1,8V/Cell	285,6	217,9	178,0	151,6	118,3	90,2	73,5	43,2	31,0	20,1	11,0	5,9
1,75V/Cell	309,1	230,0	186,0	157,4	121,9	92,4	75,0	43,8	31,4	20,3	11,1	5,9
1,7V/Cell	333,3	242,7	194,3	163,4	125,7	94,7	76,6	44,5	31,8	20,5	11,2	6,0
1,65V/Cell	345,9	249,3	198,5	166,5	127,5	95,7	77,2	44,7	31,9	20,6	11,2	6,0
1,6V/Cell	359,0	256,1	202,9	169,5	129,3	96,7	77,9	44,9	32,0	20,6	11,2	6,0

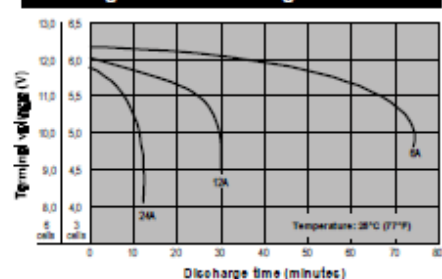
Constant Current Discharge Table (Ampere)

Time	5'	10'	15'	20'	30'	45'	1h	2h	3h	5h	10h	20h
1,8V/Cell	39	27	20	16,8	12,5	9,2	7,3	4,1	2,9	1,86	1,01	0,60
1,75V/Cell	42	28	21	17,5	12,9	9,4	7,5	4,2	2,9	1,88	1,02	0,61
1,7V/Cell	45	29	22	18,2	13,3	9,7	7,6	4,2	3,0	1,89	1,03	0,64
1,65V/Cell	47	30	23	18,3	13,4	9,7	7,7	4,2	3,0	1,90	1,04	0,64
1,6V/Cell	48	31	23	18,5	13,5	9,7	7,7	4,3	3,0	1,92	1,04	0,64

Discharge time vs. discharge current



Discharge time vs. discharge current



Viale Europa, 83 - 38076 Montebellio Maggiore - VICENZA - ITALY - Phone +39 444 709360 - Fax +39 444 709380


Anexo IV. Flyer de Apresentação do armário data:3-04-2012



LCS - V2



www.euricoferreira.pt | geral@euricoferreira.pt



Perfect compatibility






- Full compatibility within all the models
- One engineering technology for both “platform enclosures”

Accessibility

- Two lateral doors for live horizontal expansions
- Open top for live vertical expansion
- Back Panel Detachable

Modular

- Five modules to make an all the necessary configurations
- Never ends the available space for the equipment
- No cranes for installation

					
	Ventilation Module*	Vertical Expansion	Base Module	Battery Micro Module	Horizontal Expansion
Reference	VM2	VE2	BM2	MM1	HE1
Width [mm]	700	700	700	700	75
Height [mm]	200	500	1400	200	1250
Depth [mm]	550	550	550	550	550
Doors (number)	1	3	3	1	-
Thermic / Acoustic Isolation	✓	✓	✓	✓	-
Compatibility	•	•••	••••	•	•

* 2 x centrifugal fans at 48Vdc (1090m³/h total)

Anexo V. Carateristicas Siemens SM-1231 RTD



Figura 64 – Modulo principal Siemens

	6ES7 231-5PD30-0XB0	6ES7 231-5PF30-0XB0
	SM1231 RTD 4x16bit	SM 1231 RTD 8x16bit
Supply voltage		
24 V DC	Yes	Yes
Input current		
Current consumption, typ.	40 mA	90 mA
from backplane bus 5 V DC, typ.	80 mA	80 mA
Power losses		
Power loss, typ.	1.5 W	1.5 W
Analog inputs		
Number of analog inputs	4; Resistance thermometer	8; Resistance thermometer
permissible input frequency for current input (destruction limit), max.	± 35 V	± 35 V
Technical unit for temperature measurement adjustable	Degrees Celsius/degrees Fahrenheit	Degrees Celsius/degrees Fahrenheit
Input ranges		
Resistance thermometer	Yes; Resistance-type transmitter: Pt10, Pt50, Pt100, Pt200, Pt500, Pt1000, Ni100, Ni120, Ni200, Ni500, Ni1000, Cu10, Cu50, Cu100, LG-Ni1000	Yes; Resistance-type transmitter: Pt10, Pt50, Pt100, Pt200, Pt500, Pt1000, Ni100, Ni120, Ni200, Ni500, Ni1000, Cu10, Cu50, Cu100, LG-Ni1000
Resistance	Yes; 150 Ω 300 Ω 600 Ω	Yes; 150 Ω 300 Ω 600 Ω

Input ranges (rated values), resistance thermometers		
▪ Cu 10	Yes	Yes
▪ Input resistance (Cu 10)	10 Ω	10 Ω
▪ Ni 100	Yes	Yes
▪ Input resistance (Ni 100)	100 Ω	100 Ω
▪ Ni 1000	Yes	Yes
▪ Input resistance (Ni 1000)	1 000 Ω	1 000 Ω
▪ LG-Ni 1000	Yes	Yes
▪ Input resistance (LG-Ni 1000)	1 000 Ω	1 000 Ω
▪ Ni 120	Yes	Yes
▪ Input resistance (Ni 120)	120 Ω	120 Ω
▪ Ni 200	Yes	Yes
▪ Input resistance (Ni 200)	200 Ω	200 Ω
▪ Ni 500	Yes	Yes
▪ Input resistance (Ni 500)	500 Ω	500 Ω
▪ Pt 100	Yes	Yes
▪ Input resistance (Pt 100)	100 Ω	100 Ω
▪ Pt 1000	Yes	Yes
▪ Input resistance (Pt 1000)	1 000 Ω	1 000 Ω
▪ Pt 200	Yes	Yes
▪ Input resistance (Pt 200)	200 Ω	200 Ω
▪ Pt 500	Yes	Yes
▪ Input resistance (Pt 500)	500 Ω	500 Ω
Input ranges (rated values), resistors		
▪ 0 to 150 ohms	Yes	Yes

■ 0 to 300 ohms	Yes	Yes
■ 0 to 600 ohms	Yes	Yes
Thermocouple (TC)		
■ Temperature compensation		
■ Parameterizable	No	No
Analog value creation		
Measurement principle	integrating	integrating
Integrations and conversion time/ resolution per channel		
■ Resolution with overrange (bit including sign), max.	15 bit; + sign	15 bit; + sign
■ Integration time, parameterizable	No	No
■ Interference voltage suppression for interference frequency f1 in Hz	85 dB at 50 / 60 / 400 Hz	85 dB at 10 / 50 / 60 / 400 Hz
Errors/accuracies		
cold connection point		+/-1.5 °C
Temperature error (relative to input area)	25 °C ±0.1 % to 55 °C ±0.2 % total measurement range	25 °C ±0.1 % to 55 °C ±0.2 % total measurement range
Interference voltage suppression for f = n x (f1 +/- 1%), f1 = interference frequency		
■ Common mode interference, min.	120 dB	120 dB
Interrupts/diagnostics/status information		
Alarms		
■ Alarms	Yes	Yes
■ Diagnostic alarm	Yes	Yes
Diagnostic messages		
■ Diagnostic functions	Yes; Can be read out	Yes; Can be read out
■ Monitoring the supply voltage	Yes	Yes
■ Wire break	Yes	Yes

Diagnostics indication LED		
■ for status of the inputs	Yes	Yes
■ for maintenance	Yes	Yes
Degree and class of protection		
IP20	Yes	Yes
Standards, approvals, certificates		
CE mark	Yes	Yes
C-TICK	Yes	Yes
FM approval	Yes	Yes
Climatic and mechanical conditions for storage and transport		
Climatic conditions for storage and transport		
■ Free fall		
■ Drop height, max. (in packaging)	0.3 m; five times, in dispatch package	0.3 m; five times, in dispatch package
■ Temperature		
■ Permissible temperature range	-40 °C to +70 °C	-40 °C to +70 °C
■ Air pressure acc. to IEC 60068-2-13		
■ Permissible air pressure	1080 to 660 hPa	1080 to 660 hPa
Mechanical and climatic conditions during operation		
Climatic conditions in operation		
■ Temperature		
■ Permissible temperature range	0 °C to 55 °C horizontal installation 0 °C to 45 °C vertical installation	0 °C to 55 °C horizontal installation 0 °C to 45 °C vertical installation
■ Air pressure acc. to IEC 60068-2-13		
■ Permissible air pressure	1080 to 795 hPa	1080 to 795 hPa
■ Pollutant concentrations		

<ul style="list-style-type: none"> ▪ SO₂ at RH < 60% without condensation 	SO ₂ : < 0.5 ppm; H ₂ S: < 0.1 ppm; RH < 60% condensation-free	SO ₂ : < 0.5 ppm; H ₂ S: < 0.1 ppm; RH < 60% condensation-free
Connection method		
required front connector	Yes	Yes
Mechanics/material		
Type of housing (front)		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plastic 	Yes	Yes
Dimensions		
Width	45 mm	70 mm
Height	100 mm	100 mm
Depth	75 mm	75 mm
Weight		
Weight, approx.	220 g	220 g

Anexo VI. Caraterísticas Simatic HMI KTP600 Basic Mono



Figura 65 – Ecrã *touch*

Display	5.7 inch STN display, 4 grey scales
Resolution	320 x 240 pixels
Control elements	Touch screen resistive analog 6 freely configurable tactile keys
User memory	512 KB
Interfaces	1 x RJ 45 Ethernet for PROFINET
Protection rating	IP 65, NEMA 4x (front if mounted) IP 20 rear
Installation cutout	197 x 141 mm (W x H)
Front panel	214 x 158 mm (W x H)
Device depth	44 mm
Configuration software	WinCC Basic (TIA Portal) / WinCC flexible Compact